Handbuch

des

Eisenbahnwesens

oder

practisch-populäre Darstellung der Anlage, Einrichtung und des Betriebes der Eisenbahnen.

Unter Zugrundelegung des englischen Werkes von

Robert Ritchie,

mit Benutzung der besten vorhandenen Hülfsmittel bearbeitet

von

Dr. Carl Hartmann.

Zweite, um 5 Bogen und 2 Tafeln vermehrte Ausgabe.

Mit 12 lithographirten Querfolio-Tafeln.

Weimar, 1853.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Vorwort.

Die Wissenschaft von dem Bau und Betriebe der Eisenbahnen ist, soviel auch seit ihrer Einführung in das practische Leben, in den letzten 20 Jahren dafür gethan worden ist, offenbar noch in ihrem sehr jugendlichen Alter.

Es ist demnach sehr nothwendig, daß von Zeit zu Zeit Lehr- und Handbücher über das

Eisenbahnwesen erscheinen, da weder der angehende Architect oder Maschinist, noch der Eisenbahnbeamte, oder der Inhaber von Eisenbahnactien, sowie auch das ganze gebildete Publicum, den Stand der Eisenbahnkunde aus den technischen Zeitschriften, in denen die Fortschritte desselben eigentlich niedergelegt worden sind, ersehen können.

Das vorliegende Werk macht weniger auf technische Vollständigkeit, als auf allgemeine und practische Verständlichkeit Anspruch; denn wollte man die erstere Bedingung erfüllen, so bedürfte man mehrer Bände und eines großen Atlasses. — Unser Buch soll einen Band des „Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke" bilden, indem das früher dieser technischen Bibliothek einverleibte Werk über Eisenbahnen, das bereits 1835 erschienene, von Biot, jetzt veraltet ist. Unser Buch enthält mehr Allgemeines, schließt sich aber dem „Handbuche für Locomotivenführer" von Flachat und Petiet an, von welchem eine deutsche Uebersetzung seit

1842 zweimal aufgelegt wurde und 1852 einen zweiten Band erhielt. Es bildet dies Werk den 127. und den 192. Band des „Neuen Schauplatzes".

Es wurde bei dem vorliegenden Werke das englische „On Railways," von Robert Ritchie (1846), welches diese practisch-populäre Tendenz hat, zu Grunde gelegt; allein da es für Deutschland nicht genügte, so benutzte ich noch andere gute Werke, von denen ich nur meine deutschen Bearbeitungen der Werke von Armengaud (bei dem Verleger des vorliegenden, 1840 bis 1843) und Wood (Braunschweig 1839), Zimpel's Eisenbahnbauwesen (Wien 1840), und Crelle's Werk über die atmosphärischen Eisenbahnen (Berlin 1846) erwähnen will. — Von Zeitschriften war es besonders die von mir redigirte „Zeitung für Eisenbahnwesen, Dampfschifffahrt und Dampfmaschinenkunde," von der bis jetzt fünf Bände oder 30 Hefte bei dem Verleger dieses Werkes erschienen sind, welche ich benutzte.

Diese neue Ausgabe hat sehr wesentliche Zusätze, besonders durch eine gedrängte Uebersicht des Telegraphenwesens erhalten und ist somit zur Zeit wieder das brauchbarste Werk über den Bau und den Betrieb der Eisenbahnen.

Weimar im October 1852.

C. Hartmann.

Inhalt.

Einleitung.

Mit dem weiteren Fortschreiten der Ausbildung des socialen Lebens wurde den Menschen das Bedürfniß einer ungestörten und bequemen Communication immer fühlbarer, und wir finden daher, so weit uns die historischen Data und die noch vorhandenen Ueberreste aus dem Alterthume dazu die Mittel an die Hand geben, überall die Spuren eines ziemlich ausgebildeten Straßenbausystems. Schon die Aegyptier, die Phönicier und die Juden hatten, nach der Aussage der ältesten Schriftsteller, eine Art von Kunststraßen, und in Athen, Eleusis und den übrigen Theilen Griechenlands, sowie in Italien, finden wir noch überall die wohlerhaltenen Spuren zweckmäßig construirter Fahrwege.

Doch nicht lange begnügte man sich damit, nur für den Transport der Menschen und Güter die Wege einigermaßen bequem herzurichten, sondern man bestrebte sich bald, für einzelne Zwecke und auf kürzere Strecken vollkommen ebene Steinbahnen herzustellen. Dergleichen Zwecke waren, z. B., die Wagenzüge bei religiösen und profanen Feierlichkeiten, und wir erinnern hier nur an die Ueberreste, welche

man in dieser Hinsicht in den Propyläen von Eleusis findet, und welche unläugbar die Zugrundelegung einer solchen Absicht beurkunden.

Die Zweckmäßigkeit solcher Anlagen im Kleinen mußte nothwendig auch auf die Idee hinführen, daß dergleichen Constructionen bei ihrer Ausführung im größeren Maßstabe auch für das allgemeine Beste von ersprießlichen Folgen sein müßten. So entstanden die bekannten Steinbahnen der alten Roma, bei welchen man vertiefte Geleise für die Fuhrwerke angebracht hatte.

Diese Construction wurde in neuerer Zeit wieder aufgenommen und gab wahrscheinlich die erste Veranlassung zu der Einführung der sogenannten Tramtracks, bei welchen man, statt der bis dahin üblichen vertieften, steinernen Geleise, dergleichen von Eisen anwendete. Diesen gußeisernen Geleisen, welche man dann entweder auf hölzernen oder steinernen Unterlagen befestigte, gab man an den Seiten einen etwas erhöhten Rand. Hierdurch hörte natürlich die bis dahin stattfindende Willkür in den Constructionen der Wagen, hinsichtlich der Räder und Spurweiten, auf, und es dienten dann diese Bahnen allerdings nur für eine bestimmte Klasse von Fuhrwerken, wodurch ihr Gebrauch jedenfalls noch immer ziemlich beschränkt blieb. Lord Keeper North war der Erste, welcher, ungefähr um das Jahr 1670, diese Einrichtung in's Leben rief; man benutzte sie, um die Steinkohlen aus den Minen von New-Castle upon Tyne zu den Schiffen auf dem Tyne zu transportiren.

Sehr bald belehrte jedoch die bessere Einsicht die Unternehmer über die Kostspieligkeit und Unvollkommenheit dieser Anlagen, und man begann die Reform damit, statt der bisher üblichen Geleise von Gußeisen, nur dünne Schienen von Schmiedeisen auf höl-

zerne Unterlagen zu befestigen. Außer der hierdurch bezweckten Ersparniß an Anlagecapital erlangte man auch noch den großen mechanischen Vortheil, daß die dünneren und schmäleren Schienen den Rädern eine mindestens gleich dauerhafte Unterlage, aber eine bedeutend geringere Reibungsfläche entgegenstellten.

Eine ausgedehntere Anwendung dieser Constructionsart fand jedoch immer noch nicht statt, weil einerseits die ausgezeichnete Güte der Chausseen, und die ausdauernde Kraft der Pferde andererseits, den damaligen Anforderungen an eine schnelle Fortschaffung ein vollkommenes Genüge leisten ließ, und dies um so mehr, da man sich der animalischen Kraft auch auf den Schienenwegen noch fortwährend bedienen mußte. Deshalb blieb die Anwendung der letzteren immer nur noch auf unbestimmte Districte und in ziemlich enge Gränzen eingeschränkt.

Mit der großen Erfindung, die animalische Kraft durch Dampfkraft zu ersetzen, welche zuerst mit Erfolg auf der Stockton-Darlington-Eisenbahn versucht wurde, entwickelte sich sehr bald die Idee einer großartigen Anwendung der Dampfkraft, welche für größere Bahnen durch den berühmten George Stephenson aus Newcastle upon Tyne zuerst verwirklicht wurde, indem dessen Dampfwagen, Rocket, allen damals an dergleichen Maschinen zu machenden Anforderungen auf das Vollkommenste entsprach.

Eine solche Ausbildung der Transportmittel führte unbedingt die Nothwendigkeit einer größeren Solidität und Regelmäßigkeit in der Anlage der Fahrbahn mit sich, und die Folge davon war das Entstehen der mannigfaltigsten Ideen und Formen in der Construction der Eisenbahnen, und noch heute gibt dieser Gegenstand den Ingenieurs Gelegenheit, ihre Fähigkeit zu bewähren.

Doch nicht England allein war es, welches den großen Vortheil, den man von dergleichen Anlagen zu erwarten berechtigt war, gehörig würdigte, auch Deutschland benutzte dieselben häufig in seinen verschiedenen Bergwerksdistricten. Indessen blieb diese Anwendung eine lange Zeit hindurch immer nur sehr untergeordnet und beschränkte sich auf die Benutzung animalischer Kräfte zur Bewegung der Fuhrwerke. Nur Einzelne waren von der Wichtigkeit der Eisenbahnen hinlänglich durchdrungen und befreundeten sich mit der Idee, dieselben als allgemeines Communicationsmittel auch für Deutschland in Anwendung zu bringen. Viel wurde darüber in Schriften debattirt, und es dauerte lange, ehe es dem Ritter v. Gerstner gelang, die Etablirung einer Eisenbahn zwischen Linz und Budweis in's Leben zu rufen, bei welcher man sich jedoch als bewegender Kraft immer noch der Thierkraft bediente. Die Nürnberg-Fürther Bahn war die erste, bei welcher die Dampfkraft mit in's Spiel trat, und dieser, welche gleichsam als Versuchsbahn gedient hatte, folgten dann die Ferdinands-Nordbahn, die Braunschweig-Wolfenbüttler, die Leipzig-Dresdener, die Berlin-Potsdamer, die Petersburg-Zarskoe-Selo und mehrere kleine Eisenbahnen in andern Ländern Deutschland's. Indessen ist das bis jetzt für diese Sache Geschehene von so glänzenden Erfolgen begleitet gewesen, daß man der gegründeten Hoffnung Raum geben kann, es werde sich bald ein Eisenbahnnetz über ganz Deutschland legen und diesem Lande dadurch diejenige gesellschaftliche Einheit gegeben werden, welche herbeizuführen der Politik der europäischen Staatsmänner bis jetzt noch nicht hat gelingen wollen.

Nur wenige Staaten ausgenommen, theilt jetzt das gesammte Europa diese Ansicht über die Nothwendigkeit der Eisenbahnen für den innern Verkehr und die Wohlfahrt des Landes, und Belgien, sowie

Frankreich, arbeiten mit Kraft an der Vollendung ihres Eisenbahnnetzes.

Amerika erkannte den Werth der Eisenbahnen frühzeitig, und wie der practische Sinn der Bewohner dieses Landes sie sehr bald dasjenige, was für ihr Interesse wahrhaft nutzbar seyn konnte, mit Lebhaftigkeit ergreifen ließ, so konnte es auch nicht fehlen, daß das Eisenbahnwesen in jenem Lande sehr bald die lebhaftesten Anhänger fand. Indessen folgte man dort keineswegs blindlings den vorhandenen Systemen, sondern man vertraute mehr auf die eigene Erkenntniß und Erfahrung, und wendete das aus fernen Gegenden Uebertragene nur zeit- und zweckgemäß an. So entstanden dann allerdings dort schnell verschiedene Methoden, welche von denen, wie sie das Vaterland jener Erfindung, England, aufzuweisen hatte, in vielfacher Hinsicht verschieden waren.

England und Amerika mußten nothwendig diejenigen Länder sein, in denen das Interesse für die neue Erfindung das lebhafteste war; denn der aus Eisenbahnen, wenn sie großartig ausgeführt werden, erwachsende Vortheil für die Nation und die vielfache Gelegenheit für die Ingenieurs, ihre Kenntnisse geltend zu machen, können in keinem anderen Lande so klar hervortreten, als in England, da eben so sehr die industrielle Thätigkeit des Volks, als der Speculationsgeist desselben solchen Unternehmungen günstig sein müssen. Ungeachtet der vielfachen Gelegenheit, welche sich in England darbietet, Capitalien mit der Hoffnung auf großen Gewinn zu kaufmännischen Zwecken anzulegen, sind dennoch immer sehr bedeutende Geldmittel disponibel, um Unternehmungen der Art in's Werk richten zu können, um so mehr, wenn dieselben auch die politischen und commerciellen Interessen zu fördern versprechen. Ebenso

wenig fehlt es jenem Lande an gutem Material und an geschickten Arbeitern, und gesundes Clima, sowie ein verhältnißmäßig billiger Taglohn tragen noch mehr dazu bei, dergleichen Arbeiten zu fördern. Der der Nation eigene Charakter, die ziemlich allgemeine große Wohlhabenheit und der hohe Grad von Industrie in allen Zweigen, vorzugsweise im Fabrik- und Manufacturwesen, verbunden mit einem bedeutenden inneren Verkehr, machen eine ziemlich kostspielige Constructionsweise in England weniger auffallend, als in irgend einem andern Lande.

Inwiefern Eisenbahnen überhaupt in irgend einem Lande bei einem niedrigen Zinsfuße und großem Verkehr effectiven Nutzen gewähren können, hängt von Umständen ab. Wenn dieselben aber auch keine hohen Zinsen vom Capitale gewähren sollten, so wird die Nation dennoch Nutzen daraus schöpfen und auf den Besitz der Eisenbahnen unter allen Umständen stolz sein können.

Ungeachtet der oben erwähnten günstigen Verhältnisse für die Eisenbahnen in England, steht dasselbe dennoch den vereinigten Staaten von Nordamerika, nicht an Schönheit der Werke, jedenfalls aber an Ausdehnung derselben nach. Dieses kräftige Land, mit einer so bedeutenden Ausdehnung und einer verhältnißmäßig sehr geringen Bevölkerung, mit einem effectiv geringeren Capitalvermögen, welches vorzugsweise zu commerciellen Operationen und den ersten, nicht geringen Bedürfnissen für die Erhaltung der eigenen Existenz und die Begründung der Nationalkraft verwendet werden muß, erkannte frühzeitig den großen Einfluß der Eisenbahnen auf die Vergrößerung des innern Verkehrs an. Man stützte sich dabei auf das Princip, daß in möglichst raschem und häufigem Umsatze der Capitalien das Fundament des Handels liege, und daß dieser Umsatz durch die Eisen-

bahnen befördert werde, indem diese das Mittel an die Hand geben, die ausgedehntesten und entferntesten Länderstrecken mit einander zu vereinigen und so dieselben in kurzer Zeit zu blühenden Staaten umzuschaffen. Auf solche Weise können auch die, wegen Mangel an Communication, werthlos bleibenden Mineralien und sonstigen Landesproducte zu Tage gefördert und nutzbar gemacht, zugleich aber auch ein festes Band um alle Staaten der ganzen Union geschlungen werden und dadurch der Raum vom 48. bis zum 25. nördlichen Breitengrade, und vom atlantischen Ocean bis an's jenseitige Meer, wo bereits amerikanische Ansiedelungen bestehen, mit einander in Verbindung gesetzt werden.

Auf einer noch von keiner Nation übertroffenen hohen Stufe allgemeiner practischer Ausübung der Mechanik, voll Energie, verständig jede Verbesserung würdigend und benutzend, großartig, wie alle Handlungen der Nation, und im Einklange mit dem industriellen, kühnen, frei in Körper und Geist sich bewegenden Charakter und dem ungezügeltesten Speculationsgeiste der Einzelnen, unter der kräftigen Mitwirkung von einheimischen und europäischen oder naturalisirten Ingenieurs, entstanden dort Eisenbahnen nach allen Richtungen, selbst durch die entferntesten Wildnisse. Da, wo noch vor wenig Jahren der Indianer sich ungestört in seinem Jagdreviere glaubte, über die hohen Alleghanies, und ohne Rücksicht auf die nicht unbedeutenden Terrain-Schwierigkeiten, namentlich Moräste, Sümpfe ꝛc., wurden Operationen, die sonst Jahrhunderte forderten, in wenig Jahren ausgeführt, und in demselben Grade Kunst, Handel und Civilisation befördert.

Die Folge davon war, daß Amerika in kaum 10 Jahren (eigentlich erst seit 1830), nach officiellen Documenten, im Jahr 1837 über 2000 Meilen Ei-

senbahnen vollendet und in ungestörtem Gebrauch hatte, 5000 Meilen, mit Einschluß derer, welche durch die letzte Crisis zum Stillstand gebracht worden waren, sich in der Construction befanden, und endlich, daß die projectirten Bahnen, wofür die Statuten schon erlangt, oder im Begriffe standen, bestätigt zu werden, eine Länge von ungefähr 15,000 Meilen betrugen, also eine Gesammtlänge von ungefähr 22,000 englischen Meilen Eisenbahnen für Amerika vollendet oder im Werke waren.

Wenn nun gleich der niedere Preis des Landes in einigen Staaten, und die allgemeine Bereitwilligkeit der Besitzer, die entweder von reinem Nationalsinne beseelt, oder sehr wohl überzeugt waren, daß die Anlage nur gewinnbringend sein könne, wenn ferner der Reichthum an Material, Holz oder Stein diese Eisenbahn-Anlagen begünstigten, so waren größere, von andern Ländern nie gefühlte Schwierigkeiten vorherrschend und nachtheilig einwirkend, nämlich:

1) Mangel an Capital, besonders für die Beischaffung der Schienen von England, die daselbst in den letzten Jahren bedeutend im Preise gestiegen waren, und die Unmöglichkeit, dieselben überhaupt in der gewünschten Zeit zu erhalten.

2) Der große Mangel an Arbeitern und Mechanikern aller Klassen und der daraus entstehende hohe Taglohn, welcher bei ersteren bis zu 2 Dollars, und bei letzteren oft bis zu 5 Dollars pro Tag, besonders im Süden, im Sommer wuchs.

3) Der Uebelstand, Operationen der Art in vielen Gegenden auszuführen, wo Wildnisse oder Moräste von bedeutender Ausdehnung vorhanden sind, welche Alles ergreifende Krankheiten (gewöhnlich in kalten oder Wechselfiebern bestehend) erzeugen, was namentlich im Westen und Süden, besonders in letz-

terem wegen des gelben Fiebers, oft von sehr nachtheiligem Einflusse sein muß.

4) Die Schwierigkeit des Transports der Materialien, da es häufig an Communicationen fehlt, oder das Terrain diese sehr erschwert. Dies vertheuerte die Anlagen von Eisenbahnen oft sehr bedeutend und steigerte die Anlagekosten ganz besonders in den südlichen Staaten zu einem Satze, der dem europäischen nicht nachstand, ja oft denselben noch überstieg. Häufig und für lange Zeit kostete der Kubikfuß Cypressenholz 30 bis 36 Cents oder 12 bis 15 Sgr. preuß., und der Kubikfuß Kiefernholz 20 Cents oder 9 bis 10 Sgr., und die Transportkosten beliefen sich außerdem häufig noch bis zum fünften und sechsten Theil des Werthes.

Ungeachtet aller dieser widrigen Einflüsse dehnte sich das Netz der Eisenbahnen nach allen Richtungen aus; indessen wird aus dem Allen erklärlich, wie unter so obwaltenden Umständen nicht Pracht- oder Luxusbahnen etablirt werden konnten. Die einfache Aufgabe des Ingenieurs bestand daher auch nur darin, die Vortheile dieses neuen Communicationsmittels mit dem geringsten Kostenaufwand und in der möglichst kürzesten Zeit herbeizuführen, und nicht Capitalien Jahre lang unbenutzt in demselben zu verstecken, da das Geld, sowie jede physische und materielle Kraft, in Amerika im strengsten Sinne des Wortes in allen Verhältnissen fortwährend in vollen Anspruch genommen wird. Der Amerikaner geht immer von dem Grundsatze aus: „Zeit ist Capital!" (Time is money!)

Das zu verwendende Capital muß sich sicher und schnell verzinsen, weil sonst Niemand die Unternehmung begünstigen würde; der lebendige Geist des Amerikaners und sein Charakter, der nur für Geschäfte und ein thatenvolles Leben Interesse hat, und

dessen Lebenszeit häufig, besonders im Süden, flüchtig und kurz ist, fordert in jeder Beziehung ein schnelles Resultat, um den erwarteten Nutzen so früh, als möglich, zu genießen und, darauf fortbauend, neue Vortheile zu erringen. Ohne diese Aussicht würde Niemand solche Unternehmungen unterstützen. Endlich forderte der große Mangel an öffentlichen Communicationen, bei dem täglich steigenden innern Verkehr und dem Wachsen der Volksmasse (da die Einwanderungen von Europa in einzelnen Häfen, wie New-York und Philadelphia, sich zuweilen auf 16,000 Personen in einem Monate beliefen), dringend zu der schleunigsten Herstellung derselben auf; man erinnere sich nur an die in dem Staate Michigan von Detroit ausgehenden Bahnen.

Diesen Ansichten und Verhältnissen verdankte Amerika seine bestehenden Canäle, sowie alle andern Nationalwerke ähnlicher Art, worunter sich der große Erie-Canal merkwürdig auszeichnet. Die Länge dieses Canals beträgt 365 Meilen; er wurde unter der Oberleitung des unsterblichen Gouverneurs Clinton in verhältnißmäßig wenigen Jahren mit sehr geringen Mitteln durch große Wildnisse und über ein höchst schwieriges Terrain geführt. Man findet auf seiner Trace bedeutende Schleusen, z. B. bei Lockport, wo die zu ersteigende Höhe von 60 Fuß durch fünf Kammern erreicht wird, und an mehreren andern Stellen von geringerer Höhe (z. B. Little-Falls 2c.), und Aquäducte von bedeutender Ausdehnung; dieser Canal aber ist es, der New-York seinen westlichen Handel sicherte und dem Westen selbst die nun längst realisirten Aussichten auf Wohlstand und Bedeutung eröffnete.

Hätte Clinton damals diesem Canale größere Dimensionen geben und aller Orten sehr kostbare Schleusen 2c. anlegen wollen, der Canal wäre nie-

mals zu Stande gekommen und seine oben erwähnten Einflüsse durch Nichts ersetzt worden, also ganz verloren gewesen. Mit solchen Erfahrungen bereichert und auf sie gestützt, und unter der Voraussetzung der ferneren Beibehaltung solcher Grundsätze, fanden die Eisenbahnen überall sowohl bei Capitalisten, als bei der ganzen Nation, leicht Eingang. Aus diesen Gründen also einzig und allein, und nicht aus Mangel an Erkenntniß, an Theorie oder an Unbekanntschaft mit den Grundsätzen, erhielt die Construction der Eisenbahnen in Amerika den ganz eigenthümlichen Charakter, der sie von der englischen durch stärkere Steigungen, kleinere Krümmungen und einen leichteren Oberbau unterscheidet, während sie auf mehreren Bahnen, namentlich in den New-England-Staaten, den englischen in keiner Beziehung nachstehen. Ueberall aber erfüllen diese Bahnen den Zweck vollkommen, und vereint mit der existirenden großen Zahl von Dampfböten und einer Strecke von ungefähr 3000 Meilen Canälen, liefern sie unbedingt den wesentlichsten und ersten Grund für die bestehende gegenwärtige Größe von Amerika, nicht allein in Betracht der Ausdehnung, sondern auch des Einflusses als Nation auf die ganze commercielle Welt. Das geringe Anlage-Capital von 5000 bis 20,000 Dollars oder 6666 bis 26,666 Rthlr. preuß. pro Meile englisch, oder ungefähr von 30,000 bis 120,000 Rthlr. pro Meile preußisch für eine einspurige Holz- oder Steinbahn und von 20,000 bis 50,000 Dollars oder 27,000 bis 70,000 Rthlr. preuß. pro Meile englisch, oder von 124,000 bis 320,000 Rthlr. preuß. pro Meile preußisch für eine doppelspurige Holz- oder Steinbahn hat, ungeachtet des in Amerika üblichen hohen Zinsfußes, oder der Leichtigkeit, 8 bis 15 Procent Zinsen von einem Capital zu ziehen, die Capitalisten befriedigt, ja ihnen in einzelnen

Fällen selbst enorme Gewinne gebracht und im Allgemeinen die Actien sehr hoch stehen lassen.

Bei der Anwendung des in England üblichen Verfahrens würde Amerika wahrscheinlich nicht den funfzigsten Theil der vollendeten oder im Bau begriffenen Eisenbahnen haben, und um 20 Jahre in der erlangten Vervollkommnung in allen Fächern und Zweigen zurückgeblieben sein.

Die Mittheilung bekommt jedoch Leben durch Sehen und Prüfen an Ort und Stelle, um urtheilen zu können, ob es in Deutschland nicht in manchen Fällen rathsam sein dürfte, dem amerikanischen Beispiele vorzugsweise vor dem englischen zu folgen, und, wie jene, die Verbesserungen solcher Werke erst dann eintreten zu lassen, wenn sie sich vollkommen bezahlt gemacht und den Zweck erfüllt haben, weil der Transport der Materialien und die ganze Ausführung dann um so leichter wird, ohne die ununterbrochene Benutzung der Bahn zu stören.

Der amerikanische Eisenbahn-Ingenieur stellt keine neuen Grundsätze auf, sondern er wendet die anderwärts erprobten nur auf das Terrain an, um das Anlage-Capital soviel, als möglich, zu verringern. Es wird hinreichen, einzelne Beispiele dieser Verfahrungsart anzuführen, und deren werden sich am Deutlichsten und Sprechendsten bei der amerikanischen Mutter-Eisenbahn (Baltimore-Ohio-Bahn) herausstellen, deren Ober Ingenieur, Jonathan Knight, einer der ersten und erfahrensten Eisenbahn-Ingenieurs ist. Der Bau wurde im Jahr 1824 beschlossen, eigentlich aber erst im Jahr 1829 begonnen, und bei den ersten Meilen das englische Princip mit sehr geringen Ansteigungen möglichst beibehalten,

wodurch indeß das Anlage=Capital so bedeutend wuchs, daß die Bahn unter Fortführung dieser Verhältnisse ihre gegenwärtige Ausdehnung nicht erreicht haben würde.

Die Bahn wurde daher dem Terrain mehr angemessen gebaut, wodurch viele und kurze Krümmungen, sogar von 318′ und viele von 400′ Radius, und starke Steigungen von 88′ bis 14′ pro Meile, oder von $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{380}$ entstanden. Bei'm Uebergange der Bergkette bei Parrspring wurde die Unterstützung einer stehenden Dampfmaschine nöthig, diese veranschlagt und die Bahn mit Rücksicht darauf angelegt. Um jedoch das Anlagecapital zu sparen, unterließ man die Aufstellung der stehenden Dampfmaschine und hat noch vor Kurzem an deren Stelle Pferdekraft benutzt, bis, nach gänzlicher Vollendung dieser großen Bahn bis an den Ohio, ein vermehrter Verkehr und größere Einnahme die Beischaffung der Dampfmaschinen erheischte und erleichterte. Auf vielen Bahnen Amerika's, z. B. der zwischen New=York und Philadelphia, der Cambden=Amboy=Eisenbahn hat man Steigungen mit 50′ pro Meile, welche sich über einige Meilen hin erstrecken, und die außerdem Krümmungen von 750′ Radius enthalten, angelegt, ohne Hülfs=Dampfmaschinen anzuwenden. Die Columbia=Eisenbahn hat auf der Länge von 82 Meilen mehrere Steigungen auf 47′ pro Meile mit sehr vielen Krümmungen.

Diese Steigungsverhältnisse, der Wunsch der Unabhängigkeit von England, das einheimische mechanische Talent, gaben Veranlassung zu dem Versuche, die Dampfwagen in Amerika selbst zu erbauen, und auch hierin machte die Baltimore=Ohio=Bahn den rühmlichen Anfang. Der Erfolg erweckte die größten Hoffnungen, und die Vorzüglichkeit, wie die vortrefflichen Eigenschaften der amerikanischen Dampf=

wagen waren es dann auf der andern Seite, welche das Vorkommen von größeren Steigungen auf den Eisenbahnen in Amerika weniger nachtheilig erscheinen ließen.

Statt Tunnel zu erbauen, deren in Amerika sehr wenige sind, sucht man den Berg anfänglich zu übersteigen und etablirt zuweilen den Tunnel erst später, wodurch nicht allein für den Augenblick bedeutend am Anlagecapital gespart, sondern namentlich auch in der Regel eine bedeutende Zeit gewonnen wird. Diese Ansichten sind es ferner, welche die unglaublich schnellen Reisen in Amerika möglich machen, da der Amerikaner Geschwindigkeit als das Hauptprincip bei'm Bau aller seiner Dampfmaschinen ansieht.

Der Weg von Boston nach Washington-City, eine Entfernung von 470 Meilen, über New-York, Philadelphia und Baltimore, legt man jetzt schon auf Eisenbahnen und mittelst Dampfböten in anderthalb Tagen zurück, welches sich noch bedeutend verkürzen wird, wenn alle im Bau begriffenen Eisenbahnen fertig sein werden. Man wird auf diese Weise in wenigen Jahren, um von Boston nach New-Orleans, durch Washington oder Baltimore zu reisen, nur einige Tage brauchen. Die letzte Message des Präsidenten wurde von Washington-City nach Baltimore auf der zwischen beiden Orten bestehenden Bahn mit einer Geschwindigkeit von 60 Meilen in der Stunde und im Ganzen nach New-York, eine Entfernung von 250 Meilen, in 10 Stunden und 15 Minuten gebracht, wobei ein mehrmaliges Umladen auf Dampfböte stattfand und ungefähr 133 Meilen auf letzteren ausgeführt werden mußten.

Die Lehre vom Straßen- und Canalbau, einer der wichtigsten Zweige der Wissenschaft des Civil-

Ingenieurs, ist von den meisten civilisirten Nationen, von den ältesten Zeiten her, theoretisch und practisch bearbeitet und vervollkommnet worden. Wenngleich nun dieselbe allerdings auch bei der Anlage der Eisenbahnen von sehr bedeutendem Einfluß ist, so kann sie doch hier nur als Grundlage dienen, und der Eisenbahn-Ingenieur wird sich für seine Zwecke ein ganz neues und eigenthümliches Studium bilden müssen. Während nämlich bei der Anlage von Straßen die Kenntniß der Strategie, die Statistik, die genaue Bekanntschaft mit den einfachsten Grundsätzen der Mechanik (thierische Kraftäußerung für gewöhnliche Fuhrwerke) und die Kenntniß des technischen Verfahrens bei dem gewöhnlichen Wegebau vollkommen ausreichend sind, den Straßenzug dem Terrain anpassend zu bestimmen und den Bau selbst zu leiten, so treten bei der Auswahl einer Eisenbahnlinie ganz andere Umstände mit in's Spiel. Hier bildet die Mechanik, im ausgedehntesten Sinne des Worts, die Hauptgrundlage des Ganzen, und ihr zur Seite stehen, mit fast gleicher Wichtigkeit, Statistik, Strategie, Physik, Chemie, Geologie und Forstwissenschaft.

Die Kürze der Zeit, welche seit der ersten Einführung der Eisenbahnen verflossen ist, die theilweise Unsicherheit in Beurtheilung und in der Wirksamkeit der mit der Bahn selbst in unmittelbare Berührung tretenden Theile der Dampfwagen haben indeß die wohlthätige Einwirkung der Mechanik noch nicht in ihrem vollen Umfange darstellen können, um so mehr, da die über das ganze Eisenbahn-Bauwesen bestehenden Ansichten und Meinungen in vielen Hinsichten noch getheilt sind, ja oft gegeneinander im grellsten Widerspruche stehen.

Die Mannigfaltigkeit der dem Dirigenten bei'm Bau einer Eisenbahn nöthigen Kenntnisse, die denselben von jedem andern Architekten unterscheiden,

haben Veranlassung gegeben, diese Dirigenten mit der Benennung Eisenbahn-Ingenieurs zu bezeichnen; während man dagegen den Fabricanten der Dampfmaschinen gewöhnlich mit dem Namen: Ingenieur oder Maschinist belegt.

Die Beschäftigung des Eisenbahn-Ingenieurs zerfällt nach den bei der Anlage einer Eisenbahn vorkommenden Arbeiten in folgende drei Hauptzweige:

1) Die Auswahl und Etablirung der Linie oder Richtung für die Eisenbahn.
2) Der Bau der Bahn selbst und der damit in Connex tretenden Gebäude, Maschinen rc.
3) Die Beaufsichtigung oder die Verwaltung der Bahn, der Maschinen und aller dahin gehörigen Gegenstände.

Verschiedene Arten der Eisenbahnschienen.

Gußeiserne Rinnenschienen.

Bis um's Jahr 1738 kannte man nur die hölzernen Schienenwege, oder die sogenannten Hundegestänge, welche zur Förderung in Bergwerken angewendet wurden. Zu jenem Zeitpuncte sollen zu Whithaven im nördlichen England statt der hölzernen, gußeiserne Gestänge eingeführt worden sein. Nach der Angabe des Herrn Stevenson in Edinburg soll jedoch die Einführung ganz eiserner Schienenwege erst in den Jahren 1766 oder 1768 stattgefunden haben, indem er sich actenmäßig überzeugt hat, daß im Jahr 1767 auf der Eisenhütte von Reynolds zu Colebrookdale in Shropshire 5 bis 6 Tonnen von Schienen gegossen worden sind. Sie waren 5 Zoll lang, 4 Zoll breit und ¼ Zoll stark, und jede Schiene war mit drei Löchern versehen, um sie auf den hölzernen Unterlagern befestigen zu können. Es waren jedoch diese Schienen sehr unvollkommen, indem sie mit keinem Spurrande versehen waren, der jedoch bald darauf eingeführt wurde. In dem Werke von John Curr, über Steinkohlen-Bergwerke, vom Jahre 1797, wird bemerkt, daß die gußeisernen Schie-

nen im Jahre 1776 in den Steinkohlen-Bergwerken des Herzogs von Norfolk bei Sheffield, vorhanden gewesen seien. Fig. 1 gibt einen Querdurchschnitt von einer solchen Schiene nebst Unterlage. Dieselben waren 6 Fuß lang, 3 Zoll breit und ½ Zoll stark, und der ebenso starke Rand an der einen Seite war 2 Zoll hoch. Sie waren auf hölzernen Langschwellen festgenagelt.

Gußeiserne Kantenschienen.

Seit jener Periode wurde auf die Grubenförderung auf gußeisernen Schienen eine größere Wichtigkeit gelegt. Man wendete sie seit jener Zeit nicht allein häufiger in den Bergwerken, sondern auch über Tage zur Förderung der Steinkohlen nach den Abladeplätzen an Flüssen, Canälen und den Meereshäfen an. Die gußeisernen Schienen erhielten eine andere Form und schon 1789 legte der Ingenieur Wilhelm Jessop zu Loughborough einen solchen Schienenweg an der Oberfläche an, dessen Schienen sogenannte Kantenschienen waren, deren Princip das noch jetzt übliche ist. Sie hatten keinen Rand, sondern die Räder waren mit Spurkränzen versehen.

Fig. 2 und 3 zeigt einen Querdurchschnitt und eine vordere Ansicht von einer solchen gußeisernen Kantenschiene. Die untere Seite ist elliptisch, oder fischbauchig, wie man es nennt. Als diese Schienen zuerst eingeführt wurden, ruhten sie nicht in Stühlen, wie es jetzt gebräuchlich ist, sondern an jedem Ende einer Schiene waren an der Basis zu beiden Seiten Lappen angebracht, mit quadratischen Löchern, durch welche die Bolzen gingen, mit denen sie auf den Schwellen befestigt wurden. Später wurden die Enden dieser Schienen in eiserne Stühle gelegt, die auf quadratischen hölzernen Schwellen befestigt worden waren, welche nach und nach mit Steinblöcken

vertauscht wurden. Um's Jahr 1800 fand man die einzelnen steinernen Unterlagen schon häufiger, allein es wurden auch hin und wieder die Rinnenschienen Fig. 1 und 7 dabei angewendet.

Zunächst wurde die in Fig. 4 im Querdurchschnitt dargestellte Schienenform vorgeschlagen, auf welche im Jahr 1803 der Engländer Woodhouse in Leicestershire ein Patent nahm. Die Oberfläche dieser Schienen oder deren Fahrbahn war concav. Der Erfinder hatte bei diesen Schienen hauptsächlich den Zweck, sie auf gewöhnlichen Straßen anzuwenden.

Im Jahre 1802 gab Herr Wyatt die Beschreibung von einer Eisenbahn von ziemlich beträchtlicher Ausdehnung, die von ihm in den Schieferbrüchen des Lord Penrhyn, bei Bangor in Nordwales, angelegt worden war. Diese Eisenbahn war im Jahr 1811 noch in gutem Betriebe, und Fig. 5 gibt einen Querdurchschnitt von einer Schienenreihe. Die Schienen **a** waren 4½ Fuß lang. An beiden Enden waren sie mit Zapfen **b** versehen, die darangegossen waren, diese wurden schwalbenschwanzartig in den Block **c** eingeschoben; d ist ein Theil des Rades. In den Steinkohlen-Bergwerken des nördlichen England's waren zu jenem Zeitpunct hauptsächlich Kantenschienen in Anwendung; und auch auf der Grube Dorothea bei Clausthal am Harz wurde die Erzförderung über Tage bis zu der Erzwäsche auf einer Bahn mit gußeisernen Kantenschienen und in Wagen, deren Räder Spurkränze hatten, bereits zu jener Zeit bewirkt.

Verbesserte Rinnenschienen.

Der nächste Vorschlag zur Verbesserung der eisernen Schienen wurde im Jahr 1808 von Herrn Le Caen in Wales gemacht. Fig. 6 gibt einen

Querschnitt von der auf diese Weise verbesserten Schiene, deren Befestigung nicht mit Nägeln, sondern mit Lappen bewirkt wurde, die in gewissen Entfernungen unten an die Schienenplatte angegossen worden waren. Eine solche Schiene war 3 Fuß lang, die Fahrbahn etwa 4 Zoll breit, und es wog der laufende Fuß etwa 14 Pfund. Man findet noch jetzt an verschiedenen Puncten von England ähnlich eingerichtete Eisenbahnen.

Im Jahre 1801 erschien die Parlamentsacte, durch welche die Surrey-Eisenbahn, welche von Wandsworth an der Themse, unweit London bis nach Croydon, auf eine Länge von 6 Meilen, erbaut werden sollte, und die man 1803 noch 15 englische Meilen weiter bis nach Merstham, Reigate und Gadstone ausdehnte, genehmigt wurde. Es existirt noch jetzt ein Theil dieser Bahn.

Fig. 7 zeigt einen Querdurchschnitt von einer Schiene und einem Block. Die Schienen sind 3 Fuß lang, 4½ Zoll breit, ½ Zoll stark und sind mit einem 2 Zoll hohen Rande versehen. An den Wechseln ruhen sie auf einem steinernen Blocke, und das Planum liegt fast in gleicher Höhe mit dem obern Theil der Schienen. An jedem Ende ist ein rundes Loch, durch welches ein starker Nagel geht, der in einen hölzernen Nagel in den Blöcken eingetrieben ist. Es zeigt diese Bahn die nachlässige und grobe Arbeit, wie sie zu jener Zeit üblich war; es sanken daher viele Steine ein, die Bahn wurde sehr uneben und die Reibung bedeutend. Die Wagenräder waren ungefähr 2 Fuß hoch, die Reifen um die Felgen etwa anderthalb Zoll breit, und die Ladung für jedes Pferd betrug ungefähr 4 Tonnen; die Spurweite 4 Fuß. Sie diente und dient zum Theil noch zum Transport von Früchten und sonstigen Producten des Ackerbaues und der Gärtnerei, allein der Verkehr

auf derselben ist neuerlich durch die übrigen besseren Eisenbahnen sehr beschränkt worden. Jedenfalls hatten diese schlecht eingerichteten Eisenbahnen den großen Nachtheil, das Publicum ungünstig gegen die Eisenbahnen im Allgemeinen zu stimmen, und ihrer frühern allgemeineren Einführung hinderlich zu sein.

Schmiedeeiserne Plattschienen.

Die Plattschienen wurden bis zum Jahre 1824 aus Gußeisen angefertigt, zu welcher Zeit die gewalzten Schienen in Anwendung kamen. Der Hauptvorzug der Plattschienen ist ihre wohlfeile Fabrication, da Kantenschienen weit mehr Material erfordern. Gegen die Rinnenschienen ließen sich gar manche Einwürfe machen; zuvörderst war die Friction der Räder gegen einen senkrechten Rand sehr bedeutend, nicht minder nachtheilig war die breite Oberfläche der Fahrbahn, worauf sich eine Menge Unreinigkeiten sammelten; ein fernerer Nachtheil waren die vielen Wechsel, sowie die fortwährenden Reparaturen, welche besonders dann erforderlich waren, wenn schwere Lasten darauf bewegt wurden. Alles dies sprach sehr gegen die Rinnenschienen.

In Amerika wendete man ganz einfache Plattschienen von gewalztem Eisen auf den frühern Bahnen an uud sie sind zum Theil auch noch im Gebrauch; ebenso auf manchen deutschen Eisenbahnen bei Bergwerken, und auch bei den ältern österreichischen Bahnen mit Pferdebetrieb. Diese Stäbe oder Plattschienen sind 15 Fuß lang, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{8}$ Zoll stark; sie sind auf hölzernen oder steinernen Schwellen befestigt. Die Räder sind, wie bei den Kantenschienen, mit Spurkränzen versehen. Die Eisenbahnen dieser Art werden in Amerika mit gutem Erfolge mit Locomotiven befahren, jedoch nur mit mäßiger Geschwindigkeit; und da in jenem Lande

das Holz in Menge vorhanden ist und die Plattschienen wenig kosten, so ist dieses Eisenbahnsystem für die örtlichen Verhältnisse des Landes ein zweckmäßiges. Die erste Bahn dieser Art wurde im Jahr 1827 erbaut, allein seit dieser Zeit sind etwa 5000 englische oder über 1000 deutsche Meilen entstanden; fortwährend sind noch solche Bahnen im Fortschreiten begriffen. Die meisten von diesen Bahnen sind nur eingeleisig, schlecht hergestellt und nur zu einer geringen Geschwindigkeit der Triebkräfte eingerichtet. Dagegen sind sie aber so wohlfeil, daß ihre Kosten mit denen der europäischen Eisenbahnen in gar keinen Vergleich gestellt werden können.

Man wird sich leicht denken können, daß auf so langen Strecken und bei so verschiedenen Eisenbahnen, verschiedenartige Constructionen versucht worden sein müssen. Auf manchen Linien findet man dieselben Einrichtungen, wie in England; auf andern sind die Plattschienen auf ununterbrochene Granitblöcke gelegt worden; allein am Gewöhnlichsten liegen sie auf Längenschwellen. Fig. 8 zeigt einen Querdurchschnitt von der Saratoga-Eisenbahn, und es ist diese Einrichtung sehr zweckmäßig für morastige oder sumpfige Gegenden, wo viel Wälder vorhanden sind und das Holz daher wohlfeil ist. Zuvörderst besteht die Basis der Eisenbahn aus parallelen Gräben, von 18 Zoll im Quadrat, die mit kleinen Steinen ausgefüllt sind und als Abzugsgräben dienen, um das Holzwerk trocken zu erhalten. Auf gleiche Weise sind Quergräben aufgeworfen, um dasselbe bei den Querschwellen zu erreichen. Auf die Bettung der parallelen Gräben längs der Eisenbahnlinie sind zuvörderst Längenschwellen von gelbem Fichtenholze gelegt, 5 oder 6 Zoll breit und 8 Zoll stark, und auf diese von 3 zu 3 Fuß Querschwellen von weißer Eiche, von

Ceder oder von amerikanischer Acazie, zuweilen 6 Zoll im Quadrat, zuweilen auch 8 bis 10 Zoll breit und 10 Zoll stark, gelegt und genau damit verbunden. Auf diesen Querschwellen sind endlich die Langschwellen für die Fahrbahn von 6 oder 8 Zoll im Quadrat Stärke befestigt. Auf diesen Schwellen liegen die Plattschienen und sind mit starken Nägeln mit versenkten Köpfen darauf befestigt.

Auf andern Linien, wie, z. B., auf der Newyork-Boston-Bahn, sind die untern Langschwellen weggelassen und es liegen die obern Langschwellen, auf denen die Schienen befestigt worden sind, auf 7 Fuß langen und 8 Zoll im Quadrat starken Querschwellen. Auf der 82 engl. Meilen langen Philadelphia-Columbia-Bahn, welche auf Kosten des Staats ausgeführt worden ist, sind verschiedene Constructionsmethoden versuchsweise angewendet.

Auf der Baltimore-Ohio-Eisenbahn haben die Schienen auf mehrere Meilen Länge Granitschwellen, welche in Stücken von 5 bis 9 Fuß Länge, 15 Zoll Breite und 8 Zoll Stärke in ununterbrochener Reihe gelegt worden sind. Die Plattschiene ist auf der innern Kante der Schwellen durch eiserne Nägel, die in hölzerne Döbels eingetrieben worden sind, befestigt. Auf andern Bahnlinien liegen die Blöcke, welche nur 1 Fuß im Quadrat stark sind, auf einer Bettung von kleinen Steinen. Auch auf einer kurzen Strecke der Quincy-Eisenbahn liegen die Schienen auf steinernen Unterlagen. Manche von den Schienen sind wegen der starken Curven durch Querstangen miteinander verbunden. Man hat es für nothwendig erachtet, um die Einwirkungen ungünstiger Verhältnisse dieser Art zu vermindern, die Schienen mehr in die Mitte der Blöcke zu legen.

Hölzerne Schienen.

Neuerlich hat man in England das System der hölzernen Schienenwege wieder in Vorschlag gebracht, und es sind nach der Construction des Herrn Prosser einige Meilen bei Wimbledon Common, versuchsweise gelegt worden. Die Schienen (Fig. 9 a a) bestehen aus quadratischen hölzernen Schwellen von Buchen- oder anderem harten Holze, ohne irgend eine schützende Eisenplatte. Diese Langschwellen oder Schienen sind 9 Fuß lang, 6 Zoll im Quadrat stark an hölzerne Querschwellen b befestigt, so daß das Ganze einem großen Gerüst von Längen- und Querschwellen gleicht. Ein Theil von dem Holze ist dem Verfahren zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit der Hölzer, worauf die Herren Payne und Brunett patentirt worden sind, unterworfen worden.

Herr Prosser bemerkt, daß die Vortheile der Anwendung seiner Patentleiträder in Verbindung mit hölzernen Schienen darin bestehen, daß die Räder auf diesen besser greifen, so daß stärkere Steigungen befahren werden können, als dies bei eisernen Schienen der Fall ist; daß man mit Sicherheit stärkere Krümmungen befahren kann, und daß die Wagen weit weniger dem Ablaufen von der Bahn unterworfen sind. Auch die Wohlfeilheit dieses Systems wird noch hervorgehoben.

Gußeiserne Patent-Kantenschienen.

Obgleich nach der Einführung der Kantenschienen manche verschiedene Formen derselben vorgeschlagen wurden, so war doch die erste wesentliche Verbesserung diejenige, worauf im Jahre 1816 die Herren Losh zu Wallsend und Herr G. Stephenson, damals zu Killingworth, ein Patent erhielten. Der wesentlichste practische Mangel der damaligen gußei-

sernen Schienen bestand darin, daß an den Wechseln die Räder aufgehalten wurden und Stöße erlitten, wodurch die Schienen aus ihrer Lage gebracht oder zerbrochen wurden. Dies veranlaßte zu verschiedenen Erfindungen, um die Schienen und Stühle so einzurichten, daß dieser Nachtheil vermieden werde. Der Gegenstand des oben erwähnten Patents war der, die Schienen unbeweglich in den Stühlen zu befestigen. Die Verbindung der Schienen erfolgte durch Verblattung und durch einen Bolzen, der durch beide Enden ging. Es sollten nämlich die Enden zweier Schienen nicht gegeneinander hervorstehen und man wollte sie gegen das Sinken der Blöcke sichern.

Fig. 10 zeigt einen solchen Wechsel und den unterliegenden Steinblock einer Patentschiene.

Fig. 11 Querdurchschnitt der Schiene.

Fig. 12 der Grundriß.

Eine ähnliche Schienenform wurde von Herrn B. Thompson vorgeschlagen und auf der Brunton-Shields-Eisenbahn versucht. Der Stuhl hatte nur eine Wange oder Seite, und die Schiene wurde an demselben mittelst eines Schraubenbolzens befestigt. Fig. 13 ist ein Querdurchschnitt von der Schiene, dem Stuhl und dem Schraubenbolzen. Da diese Einrichtung, die Schiene durch Schraubenbolzen zu befestigen, practisch unzweckmäßig befunden wurde, so gab man Keilen den Vorzug.

Kantenschienen von Schmiedeeisen.

Die erste entschiedene Verbesserung aber, welche bei der Construction der eisernen Schienen stattfand, so daß sie eine größere Geschwindigkeit der Fahrten gestatteten, bestand darin, daß man bei ihrer Anfertigung Schmiedeeisen statt Gußeisen anwendete. Herr Wood bemerkt, daß schmiedeeiserne Kantenschienen

zuerst etwa im Jahre 1803 in der Wallbottle-Steinkohlengrube bei Newcastle am Tyne, von einem Herrn Nixon, angewendet worden seien. Diese Schienen waren nur einige Fuß lange Stäbe, welche durch einen Stift und durch halbe Ueberplattung miteinander verbunden worden waren. Das Ende der einen Schiene griff 3 Zoll über das der andern. Jedoch gab man zu jener Zeit den gußeisernen Schienen mit einer breitern Oberfläche den Vorzug.

Nach einem Bericht von Herrn R. Stevenson zu Edinburgh, vom December 1818, wurden die schmiedeeisernen Schienen zuerst im Jahre 1810 bei den Steinkohlenbergwerken des Lord Carlisle zu Tindell-Fell in Cumberland eingeführt. Zu der Zeit, als er seine Abhandlung schrieb, fand er in jenem Steinkohlenwerke eine 3½ engl. Meilen lange Strecke mit solchen schmiedeeisernen Schienen belegt, welche bereits 8 Jahre in Gebrauch waren, sowie auch eine 2 Meilen lange Strecke mit gußeisernen Schienen, und daß das Schmiedeeisen den Erwartungen in jeder Hinsicht entsprochen hatte. Das Gesagte wurde durch einen Brief von jenen Steinkohlenbergwerken vom Mai 1819 bestätigt. In demselben wurde bemerkt, daß schmiedeeiserne Schienen vor 8 Jahren gelegt worden wären, ohne irgend einer Reparatur zu bedürfen, während bei den gußeisernen, wegen ihrer Zerbrechlichkeit, fast tägliche Reparaturen vorgefallen wären. Herr Stevenson scheint zu der Zeit, als er seine Bemerkungen niederschrieb, von den Vorzügen der schmiedeeisernen Kantenschienen gegen die gußeisernen in vollem Maße überzeugt gewesen zu sein. Er bemerkt, daß die platten Schienen, welche damals so sehr viel im Gebrauch waren, nicht allein eine größere Reibung veranlaßten, sondern auch durch den Schmutz, der sich so leicht auf denselben anhäufte, die Räder aufhielten; er bemerkt

ferner, daß die Anwendung schmiedeeiserner Kantenschienen mit den wichtigsten Verbesserungen des Eisenbahnsystems verbunden sei, und daß er schmiedeeisernen Schienen von 12 bis 15 Fuß Länge, mit ebenen Seitenflächen und parallelen Kanten, einen entschiedenen Vorzug gebe. Die Folge hat diese Meinung entschieden bestätigt; allein die allgemeine Meinung war zu jener Zeit gegen den Gebrauch des Schmiedeeisens zu Schienen, und zwar wegen seiner größern Oxydirbarkeit, und weil es durch das Walzen fadig werden und sich in Schiefern ablösen würde. Aus diesen Gründen sprach sich auch Herr W. Chapman in seinem Bericht über die Newcastle-Carlisle-Eisenbahn, vom Jahr 1829, ungünstig über das Schmiedeeisen aus.

Uebrigens war die Anwendung des Schmiedeeisens bis zu dem Jahr 1820 außerordentlich beschränkt, bis im October dieses Jahres schon Birkenshaw auf den Bedlington-Eisenwerken ein Patent auf Verbesserungen in ihrer Construction nahm. Vorher war die Form des Querschnitts von den Schienen entweder ein Quadrat oder ein Oblongum, oder man wendete zuweilen auch eine brückenförmige Gestalt der Schienen an. In seiner Patentbeschreibung bemerkt Birkenshaw, daß die Schienen aus prismatischen Eisenstäben beständen. Die Oberfläche des Stabes, auf welcher der Wagen läuft, solle zur Verminderung der Reibung etwas convex gemacht werden, und die untere Fläche solle auf den Blöcken, Stühlen oder Schwellen aufliegen. Der Patentnehmer schlug die keilförmige Gestalt vor, weil die Stärke einer Schiene stets proportional dem Quadrat ihrer Breite und Höhe ist, und weil daher diese Gestalt einer Schiene die ganze Stärke eines Würfels gleich seinem Quadrat, besitze. Er fügt noch hinzu, daß die Schienen noch hinlänglich stark blei-

ben würden, daß aber ihr Gewicht bedeutend vermindert werden würde, wenn man ihnen concave Seiten gäbe. Es waren jene Schienen von den jetzigen einfachen Parallelschienen wenig verschieden.

Obgleich diese patentirte Erfindung dem Anschein nach nicht viel Neues darbot, so führte doch der Versuch, ein wissenschaftliches Princip der Construction einzuführen, zu der ungeheuren und endlosen Verschiedenheit eiserner Schienen, welche in der Folge eingeführt wurden, und bei denen viel Kunst entwikkelt worden ist; denn Jahre lang, nachdem dieses Patent genommen worden war, schien die öffentliche Meinung sich zu Gunsten der „fischbäuchigen Kantenschienen" auszusprechen, die von Herrn Jessop eingeführt worden waren; und wirklich wurde diese Schienenform am Häufigsten angewendet. Wir sahen, daß Herr Georg Stephenson, in Verbindung mit Herrn Losh, im Jahr 1816 ein Patent auf eine verbesserte Schienenform genommen hatte; und auf der Stockton-Darlington-Eisenbahn, auf welcher der Erstere, den man mit Recht als den Vater des Locomotiv-Transport-Systems ansehen kann, zuerst als Eisenbahn-Ingenieur auftrat, hatten die ersten Schienen, die wahrscheinlich in dem Jahre 1821 oder 1823 gelegt worden sind, eine fischbäuchige Form, wogen aber nur 28 Pfund das laufende Yard.

Diese Schienenform wurde später aus Stabeisen gemacht und auf verschiedenen Eisenbahnen angewendet. In dem Jahre 1829 erhielten die Herren Losh, Wilson und Bell ein anderes Patent auf eine Verbindung der Schienen ohne Bolzen, wie sie in einem früheren Patente des Herrn G. Stephenson vorgeschlagen worden war; und ihre Patentschienen wurden 1829 auf der Newcastle-Carlisle-Bahn und an andern Orten gelegt.

Es ist bemerkenswerth, wie langsam die Fortschritte in dem Eisenbahnbau bis zu der Zeit waren, zu welcher das Patent auf stabeiserne Schienen genommen wurde; wirklich hatte bis dahin keine wesentliche Veränderung der Grundsätze, nach denen lange Zeit hindurch die Eisenbahnen construirt worden waren, stattgefunden. Man konnte sich zu jener Zeit das Großartige des Eisenbahnsystems gar nicht denken; die Eisenbahnen waren fast ganz auf ihre ursprüngliche Benutzung bei'm Bergbau beschränkt, denn sämmtliche Eisenbahnacte in den 20 Jahren bis 1820, beliefen sich nur auf zwanzig. Zu jener Zeit war die Stockton-Darlington-Eisenbahn-Compagnie noch nicht öffentlich aufgetreten, denn erst 1821 wurde ihr die erste Parlamentsacte ertheilt, eine Bahn mit Rinnenschienen (tram-road) von Stockton am Tees nach dem Witton-Park Steinkohlen-Bergwerk, mit mehreren Zweigbahnen anzulegen, wozu ein Capital von 82,000 Pfd. Sterl. in 100 Pfund-Actien zusammengebracht und außerdem eine Anleihe von 20,000 Pfund gemacht worden war. In den Jahren 1823 und 1824 wurden die Kräfte der Gesellschaft noch durch andere Parlamentsacte erhöht. Uebrigens war zu jener Zeit die Zahl der Eisenbahnen in dem vereinigten Königreiche bedeutend, wenn man die bei den Steinkohlenbergwerken und bei den Hüttenwerken hinzurechnet; jedoch wurden alle nur mit Pferden und durch die Schwerkraft betrieben.

Einer der besten Eisenbahn-Ingenieure England's zu jener Zeit war der verstorbene William James zu Warwick, welcher die erste etwas lange Eisenbahn England's, nämlich die Stratford-Moreton-Bahn zum Transport von Steinkohlen und landwirthschaftlichen Producten anlegte. Sie wurde im Jahre 1821 vollendet, war mit den Zweigbahnen

$18\frac{1}{2}$ englische Meilen lang und hatte ebenfalls Pferdeförderung.

Ein anderer Mann, der zu jener Zeit viele Kenntnisse vom Eisenbahnwesen zeigte, war Thomas Gray in Leeds, der 1820 ein kleines Werkchen über Eisenbahnbau herausgab, und der als der Gründer des jetzigen Eisenbahnsystems angesehen werden muß. Auch Herr Gray hat, gleich manchen andern Erfindern, keinen Vortheil von seinen nützlichen Projecten gehabt, was um so mehr bedauert werden muß, da von dem Eisenbahnwesen ein so großer Nutzen erlangt ist. Keiner konnte kurz vorher, oder im Jahre 1820 die Riesenschritte vorhersehen, welche der Eisenbahn-Transport so bald machen würde, und die seit jener Zeit gemachten Eisenbahnunternehmungen lagen außerhalb der Grenzen menschlicher Berechnung. Aller dieser Erfolg aber ging aus einem einzigen Umstande hervor — aus der Erfindung einer wirksamen Triebkraft; denn ohne eine mächtige Elementarkraft würden die eisernen Straßen für den Personenverkehr nur einen geringen Nutzen gehabt haben, wie aus einem einfachen Vergleich der Bahnen der damaligen und der jetzigen Zeit hervorgeht.

Es sind noch keine 30 Jahre her, daß große Summen auf die Anlage von Eisenbahnen mit Pferdebetrieb verwendet wurden, auf denen es die Reisenden wegen der geringen Reisekosten als eine Wohlthat ansahen, durch ein Pferd mit einer Geschwindigkeit von 8 bis 10 englischen Meilen in der Stunde transportirt zu werden. Selbst noch im Jahre 1826 wurde eine Parlamentsacte auf die Erbauung einer Eisenbahn mit gußeisernen Kantenschienen und mit Pferdeförderung zwischen Edinburgh und Dalkeith, mit Zweigbahnen nach den Steinkohlenbergwerken, erlassen. Sie wurde 1831 dem öffentlichen Verkehr

eröffnet und wird noch jetzt auf dieselbe Weise betrieben. Jedoch steht man im Begriff, diese Eisenbahn umzuändern und für den Locomotivbetrieb einzurichten, welcher in ihrem jetzigen Zustande wegen der leichten Schienen (es sind Fischbauchschienen, von denen das laufende Yard etwa 28 Pfund wiegt, und die auf Steinblöcken und Stühlen liegen), und wegen der kurzen Halbmesser einiger ihrer Curven (600 Fuß oder weniger als $\frac{1}{8}$ englische Meile), nicht möglich ist. Diese Veränderungen werden übrigens viele Kosten verursachen und die Bahn wird dennoch stets unvollkommen bleiben. Es würde demnach vielleicht weit vortheilhafter sein, die Bahn, so wie sie da ist, für den Steinkohlenverkehr zu lassen und für den übrigen Verkehr eine ganz andere Bahn anzulegen.

Auch andere Eisenbahnen wurden zu jener Zeit für Pferdekräfte erbaut, von denen jedoch schon mehrere für Locomotiven umgeändert worden sind. Selbst noch im Jahre 1831 wurde eine Parlamentsacte zur Anlage der Whitby-Pickering-Eisenbahn für Pferdebetrieb ertheilt*); verschiedene kleine Bahnen werden noch jetzt mit Pferden befahren. Es wurden also, wollen wir das Gefühl der Menschlichkeit unberücksichtigt lassen, für den Personen-Transport verhältnißmäßig nur geringe Vortheile, durch die Anwendung der Eisenbahnen mit Pferdebetrieb, gegen die ältere Art des Reisens in Wagen auf guten Kunststraßen, erreicht, und selbst dies noch zweifelhaft.

---

*) Auf dieser Eisenbahn beträgt die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher die Wagen gezogen werden, 11 engl. Meilen in der Stunde, und bei dieser Geschwindigkeit zieht ein Pferd einen 3 Tonnen wiegenden Wagen, mit etwa 30 Reisenden, zusammen also ein Gewicht von 5 Tonnen.

Festigkeit und verschiedene Formen der stabeisernen Schienen.

Es würde sehr langweilig sein, die große Verschiedenartigkeit der Formen beschreiben zu wollen, welche in den letztern Jahren für die Schienen vorgeschlagen worden sind. Gewiß würde ein Jeder in Verlegenheit gerathen, die relativen Vorzüge derselben herauszufinden und zu bestimmen, welche die besten seien. Zum gehörigen Verständniß der Eisenbahnanlagen ist es jedoch von Wichtigkeit, einen klaren Begriff von den verschiedenen Methoden zu erlangen, welche bei dem Legen der Schienen auf verschiedenen Bahnen angewendet worden sind.

Nachdem die Bahn oder der sogenannte Unterbau hergestellt worden ist, und die Aufschüttungen oder Dämme die gehörige Festigkeit erlangt haben, ist bei der Anwendung von Locomotiven ein Hauptgesichtspunct der, stabeiserne Schienen in der Art anzuwenden, daß sie die gehörige Festigkeit und Unbiegsamkeit haben, so daß sich schwere Wagen mit Schnelligkeit und Sicherheit darauf bewegen können.

Lange Zeit nach der Einführung von stabeisernen Schienen legte man dieselben auf Stützen, die wie die Pfeiler einer Brücke, in gewissen Entfernungen voneinander standen, wie die Fig. 14 zeigt, und noch jetzt werden, namentlich in England, die meisten Eisenbahnen auf diese Weise eingerichtet. Da aber die Schienen zwischen diesen Stützen ganz offenbar niedergedrückt oder eingebogen werden, wenn schwere Lasten darüber weggehen, und da dies, wenn sie sehr elastisch sind, gefährlich ist, indem sie gleich Federn wirken; so war es daher von der höchsten Wichtigkeit, den Schienen eine solche Form und eine solche Stärke zu geben, daß die Schwingungen, denen sie unterworfen waren, an den Wechseln keine Stöße

und Störungen veranlaßten, wodurch die Reibung vermehrt werden mußte. Es ist über diesen wichtigen Gegenstand sehr viel geschrieben worden, jedoch würde es weit zweckmäßiger gewesen sein, einen gänzlich andern Plan zu befolgen, bei welchem die Biegung der Schienen nur scheinbar und sehr gering sein konnte, als daß man sich bestrebt hat, einen Plan zu verbessern, der in seinem Princip einen bedeutenden Fehler hat.

Eine Schienenform, die, wie wir sahen, lange allgemein angewendet und vorgezogen wurde, war die elliptische, bei welcher die obere Kante geradlinig war, die untere Kante aber krummlinig, wodurch man eine größere Festigkeit zu erlangen glaubte. Von dieser Form waren die stabeisernen Schienen, welche zuerst auf der Liverpool-Manchesterbahn angewendet wurden, und von denen das Yard nur 35 Pfund wog. Fig. 15 ist der Aufriß dieser Schienenform und des Stuhls, und Fig. 16 der Durchschnitt durch die Mitte der Schiene.

Fig. 17 ist ein Durchschnitt durch die Schiene und den Stuhl.

Man überzeugte sich jedoch sehr bald, daß diese Schienen zu leicht waren, und man nahm daher schwerere von derselben Form an.

Fig. 18 ist ein Durchschnitt von den elliptischen Schienen auf derselben Bahn, von denen das Yard 50 Pfund wiegt. Sie waren in der Mitte 4 Zoll hoch, und an den Puncten, wo sie auflagen, 3 Zoll.

Diese Schienenform wurde bis zum Jahre 1835 sehr allgemein angewendet, zu welcher Zeit die Directoren der London-Birmingham-Eisenbahn-Gesellschaft den bekannten Techniker, Professor Barlow, baten, die Liverpool-Manchesterbahn in der Absicht zu besuchen, das Gewicht der Schienen, die Stühle, die Art und Weise der Befestigung der Schienen in

denselben, die Entfernung der Blöcke voneinander und ihre Größe, zu untersuchen, um darnach die besten Einrichtungen für die neu anzulegende Bahn machen zu können. Um durch Versuche die Veränderungen genau bestimmen zu können, welche eine sich schnell bewegende Last, im Vergleich zu einer gleichen Belastung im ruhenden Zustande, auf einer Schiene hervorbringt, wendete Professor Barlow zur genauen Messung der Biegung ein Instrument an, welches er Deflectometer nannte. Es besteht dasselbe aus einem System von Wagebalken mit einem Zeigerwerk. Wenn ein Punct von dem Hebel unter der Mitte der Schiene angebracht wurde, so gab der Zeiger die größte Biegung der Schiene bei'm Uebergange einer schweren Last über dieselbe sehr deutlich an. Die Versuche wurden auf der Liverpool-Manchester-Bahn, mit Schienen von verschiedenen Formen, die auf Blöcken ruhten, welche in verschiedenen Entfernungen voneinander standen, ausgeführt, und die Resultate wurden dem Publicum in zwei Berichten mitgetheilt. —

Herr Barlow bewies, daß, wenn die Blöcke und die Befestigungspuncte gesichert sind, die Veränderung von einer darüber fahrenden Last nur wenig größer, als die von einer ruhenden Last sei, und daß sie sich wie 0,089 und 0,079 von 1 Zoll verhalten; wogegen die Wirkungen an den Wechseln der Schienen bis 0,121 Zoll betragen, d. h. fast 40 Procent mehr. Diese größere Einwirkung an den Wechseln rührte zum Theil von der nicht festen Lage des Stuhls und des Blockes her; denn während das Deflectometer nur die Stärke der Biegung bei dem Uebergange einer Last zeigte, gab das Schwanken eines Wagens, durch irgend eine Unregelmäßigkeit der Bahn veranlaßt, den doppelten Betrag an. Wenn die Biegung auf die Tonne zu 0,0050 Zoll ange-

nommen wird, wenn die Stützen 33 Zoll im Lichten auseinander liegen, so gaben 3 Tonnen, wenn die Stützen 45 Zoll auseinander lagen, bei einer ruhenden Last, 0,0314 und 0,0353, wenn sie in Bewegung ist. Es folgt hieraus, daß bei gehöriger Befestigung aller Theile die Bedingungen fast dieselben sind, und daß jede Schiene nur mit der Hälfte des Gewichts von jedem Räderpaar gedrückt wird.

Es ist einleuchtend, daß sich ein solches Resultat a priori erwarten ließ; und da die Wechsel am Meisten von den Stößen litten, so hatte man schon lange vorher die Anzahl der Wechsel vermindert, oder die Schienen länger gemacht, als sie anfänglich waren. Da nun die senkrechte Biegung der Schiene die Störung an den Wechseln vergrößert, so ist es ein Punct von der größten Wichtigkeit, die zweckmäßigste Entfernung der Stützen voneinander zu bestimmen. Es wäre demnach von großem Nutzen gewesen, auch diesen Punct festzustellen; statt dessen scheint das Resultat von Herrn Barlow's Versuchen gewesen zu sein, daß durch eine verhältnißmäßige Vergrößerung des Querschnittes von den Schienen und der Entfernung der Stützen voneinander, der Zweck erreicht werde; — daß es in der Praxis wichtiger sei, das Gewicht oder den Querschnitt der Schienen zu erhöhen und die Anzahl der Stützen zu vermindern; daß aber auch in dieser Beziehung Grenzen stattfinden, welche zweckmäßiger Weise nicht überschritten werden können. Legt man die Stützpuncte so weit auseinander, so müssen die Schienen so breit gemacht werden, daß sie ein fast unzulässiges Gewicht an Eisen erfordern, und die Höhe muß in demselben Verhältnisse zunehmen, als die Unterlagen voneinander entfernt sind, welches ebenfalls unzulässig ist. Stehen aber dagegen die Unterlagen zu dicht nebeneinander, so ist die erforderliche Eisenmenge in

der Schiene so gering, daß sie einen ungenügenden Durchschnitt gibt. Es ist demnach immer noch eine Frage, welche Länge die zweckmäßigste sei, oder ob nicht nach localen Umständen verschiedene Längen anzuwenden seien. Werden demnach nur die augenblicklichen Kosten berücksichtigt, so muß man die Kosten für Steine, für die Schienen und für die Arbeitslöhne vorher wissen, wenn man einen Plan zu einer Eisenbahnanlage machen will. Berücksichtigt man aber die künftigen Kosten, so wird man offenbar den breitern Schienen und den längern Unterlagen den Vorzug geben; jedoch wird es zwecklos sein, irgend eine Entfernung der Unterlagen zu untersuchen, die weniger als 3 und mehr als 6 Fuß beträgt. Bei dieser Beschränkung muß den Schienen eine solche Stärke gegeben werden, daß sie sowohl dem senkrechten, als auch dem Seitendruck widerstehen können, welcher letztere an den äußern Seiten der Curven wohl zu berücksichtigen ist. Die Biegung zwischen entferntern Stützpuncten war freilich größer, als zwischen naheliegenden, jedoch war der Unterschied ohne wesentlichen Belang.

Herr Barlow kam zu der Folgerung, daß die Stärke der Schiene die doppelte von der sein müsse, welche die Last zu tragen vermag. In seinem ersten Berichte gab er daher an, daß 10 bis 20 Procent hinreichend sein würden. Bei einer 12 Tonnen schweren Maschine würde demnach bei der jetzigen Vertheilung des Gewichts eine Stärke von 7 Tonnen hinreichend sein, und bei einer großen Genauigkeit der Construction würde auch eine geringere Stärke genügen; oder behielte man dieselbe Stärke bei, so könnten die Schienen auch mit Maschinen von 14 bis 16 Tonnen vollkommen sicher befahren werden. Demnach würde bei einem Gewicht von 12 Tonnen und bei einer Geschwindigkeit von ungefähr 35 engl.

Meilen in der Stunde, 7 Tonnen eine überschüssige Stärke von 16 Procent über das Doppelte der Belastung geben. Als Folgerung aus seinen Versuchen gab daher Herr Barlow an, daß bei 5 Fuß auseinanderstehenden Unterlagen die Schienen bei einer Stärke von 7 Tonnen nicht höher als 5 Zoll zu sein brauchten; daß die Verstärkung für die Fahrbahn 1 Zoll hoch sein müsse, das ganze Gewicht des laufenden Yards 67 bis 68 Pfund, die Stärke des mittlern Theils von der Schiene 0,85 Zoll, die Höhe der untern Verstärkung 1,66 Zoll, die Breite derselben $1\frac{1}{8}$ Zoll; daß die Biegung einer solchen Schiene mit 3 Tonnen 0,064 Zoll betragen würde.

Fig. 19 ist der Durchschnitt einer Schiene von dieser Form, wovon das laufende Yard 60 Pfund wiegt. Bei weniger weit auseinander stehenden Unterlagen behielt Herr Barlow einen gleichstarken Kopf bei, machte aber die Schiene niedriger und leichter. Bei einer Stärke von 7 Tonnen mit 3 Fuß auseinanderstehenden Unterlagen betrug das Gewicht von dem Yard 51,4 Pfund, die ganze Höhe $4\frac{1}{2}$ Zoll, die Höhe der untern Verstärkung 1 Zoll, deren Breite 1,25 Zoll, die Höhe des Mitteltheils 6 Zoll, die Stärke desselben 0,6 Zoll, die Biegung mit 3 Tonnen 0,024 Zoll.

Durchschnitt bei $3\frac{3}{4}$ Fuß auseinanderstehenden Unterlagen: ganze Höhe $4\frac{5}{8}$ Zoll, Höhe der untern Verstärkung, der Rippe oder des Fußes 1 Zoll, Breite $1\frac{1}{2}$ Zoll, Stärke des mittlern Theils 0,75 Zoll, Gewicht des laufenden Yards 58,8, Biegung mit 3 Tonnen 0,037.

Durchschnitt bei 4 Fuß auseinanderstehenden Unterlagen: ganze Höhe $4\frac{3}{4}$ Zoll, Höhe des Fußes 1 Zoll, Breite desselben $1\frac{1}{2}$ Zoll, Stärke des mittlern Theils 0,8 Zoll, ganzes Gewicht 61,2 Pfd. das laufende Yard, Biegung mit 3 Tonnen 0,041 Zoll.

Durchschnitt bei 6 Fuß auseinanderliegenden Unterlagen: Gewicht des Yards 79 Pfund, ganze Höhe $5\frac{1}{2}$ Zoll, Höhe des Fußes $1\frac{1}{2}$ Zoll, Breite desselben 1,66 Zoll, Stärke des mittlern Theils $1\frac{1}{8}$ Zoll, Biegung mit 3 Tonnen 0,082.

Es ist dies die von Herrn Barlow empfohlene Form und der Querschnitt der Schienen, und es scheint aus der obigen Beschreibung hervorzugehen, daß, obgleich er dieselbe Stärke und dieselbe Widerstandsfähigkeit bei einer jeden von den Schienen beibehielt, dennoch die wichtige Thatsache dargestellt worden ist, daß die weit auseinander stehenden Unterlagen eine geringere Steifigkeit veranlassen, als die kürzer voneinander entfernten, wodurch er dargethan hat, daß die Idee, die Unterlagen weiter voneinander zu entfernen, aufgegeben werden müsse.

Herrn Barlow's Bericht hat gezeigt, daß es sehr zweifelhaft sei, ob durch die größere Höhe des mittlern Theils der Schiene, für irgend ein gegebenes Gewicht derselben, irgend etwas gewonnen sei, da es in anderer Hinsicht Nachtheile habe. Die fischbauchige oder elliptische Form der Schienen wurde gänzlich aufgegeben, ausgenommen auf Eisenbahnen, auf denen sie schon früher angenommen worden war. Die jetzt im allgemeinen Gebrauch stehenden Schienen sind entweder die einfachen Parallelschienen, welche von Hrn. Barlow und Andern unter den verschiedenartigsten Formen vorgeschlagen worden sind, und die man im Allgemeinen T-Schienen nennt, oder die sogenannten doppelten Parallelschienen, die einem doppelten T ähnlich sehen, und die einen Kopf und einen Fuß haben, welche beide parallel den Unterlagen sind.

Fig. 20 ist der Durchschnitt von einer einfachen Parallelschiene, von der das laufende Yard 50 Pfd.

wiegt, und die auf verschiedenen Eisenbahnen angewendet worden sind.

Ohnerachtet Hr. Barlow sich sehr zu Gunsten der einfachen Parallelschienen gegen die doppelten ausgesprochen hatte, — obgleich er die Vortheile der letztern nicht einsah und sie für minder stark und unbequem bei'm Befestigen hielt, — obgleich er den Vortheil nicht zugestehen wollte, den sie dadurch besitzen, daß man sie umdrehen kann, wenn die obere Tafel abgenutzt ist, was er für unpractisch hielt, und obgleich er keinen Vortheil in dem breiten Fuße sah, — so haben die doppelten Parallelschienen dennoch in der Praxis die einfachen fast gänzlich verdrängt. Mag nun diese Bevorzugung der Schienen mit doppelter Verstärkungsrippe aus der größern Bequemlichkeit und Leichtigkeit hervorgehen, welche sie bei'm Legen und Festkeilen in den Stühlen darbieten, oder aus dem Umstande, daß man sie umkehren und die beste Seite auswählen kann, oder daher, weil der breite Fuß vortheilhaft ist, — kurz, man hat diese Form bei den Stuhlschienen jetzt fast allgemein vorgezogen.

Die Liverpool-Manchester-Eisenbahn-Compagnie hat neuerlich doppelte Parallelschienen von eigenthümlichem Durchschnitt angenommen, welche jedoch nicht umgedreht werden können. Der durch Annahme dieser Schienenform zu erreichende Zweck soll darin bestehen, daß, wenn man demjenigen Theil der Schiene, auf dem der Spurkranz des Rades wirkt, dieselbe Form giebt, als dem Spurkranze selbst, die Schiene stärker wird, während die andere Kante derselben eine Erleichterung erhält. Man hat Schienen dieser Art angewendet, von denen das laufende Yard 60 und 75 Pfund wiegt. Fig. 21 ist ein Durchschnitt von einer 60pfündigen Schiene.

Die gewöhnlichere und zweckmäßigere Form einer doppelten Parallelschiene ist die, bei welcher der seg-

mentale Umriß des Kopfes und des Fußes gleich ist; denn obgleich nicht in Abrede gestellt werden kann, daß das Gewicht des Fußes die Stärke der Schiene nicht verhältnißmäßig erhöht, daß ferner das Umdrehen der Schiene nicht immer anwendbar ist, — so bleibt es dennoch keinem Zweifel unterworfen, daß diese Form bei Eisenbahnen mit einzelnen Blöcken oder Schwellen manche Vortheile darbietet. Da nun außerdem die Kosten für eine Schiene mit gleichem Kopf und Fuß nicht höher sind, als die, bei denen der letztere etwas leichter ist, so kann gar keine Ungewißheit darüber stattfinden, daß man die erstern vorzieht, mögen auch noch so viele theoretische Folgerungen den Gegenstand mystificiren.

Fig. 22 ist der Durchschnitt einer doppelten Parallelschiene, von denen das Yard 75 Pfund wiegt, und welche auf der London-Birmingham-, der östlichen, der südöstlichen, der Edinburgh-Glasgow- und auf mehreren andern Bahnen angewendet worden ist.

Die ganze Höhe beträgt 5 Zoll, der Kopf und der Fuß haben gleiche Querschnitte und sind 2½ Zoll breit; die Stärke der mittlern Rippe beträgt ohngefähr ¾ Zoll oder noch weniger.

Fig. 23 ist der Durchschnitt einer doppelten Parallelschiene, welche auf der großen Verbindungsbahn, sowie auch auf andern Eisenbahnen angewendet worden ist, und von der das laufende Yard 62 Pfund wiegt; ihre ganze Höhe beträgt 4½ Zoll.

Fig. 24 ist der Aufriß nach einem kleinern Maßstabe, von einer doppelten Parallelschiene, von der das laufende Yard ohngefähr 65 Pfund wiegt und die etwa 4½ Zoll hoch ist (ihre Form ist etwa dieselbe, wie die in Fig. 23 dargestellte), welche auf einigen Theilen von der London-Birmingham-Bahn gelegt worden ist.

Fig. 25 ist ein Durchschnitt, welcher Schiene, Stuhl und Art und Weise des Festkeilens zeigt.

Fig. 26 ist ein Grundriß.

Diese Schienen sind durch eichene Keile befestigt. Die eine Seite des Stuhles ist senkrecht abgeschrägt, und gegen diese Seite drückt der Keil, der die obere Seite von dem Schienenfuße nieder und ihn gegen die entgegengesetzte Seite des Stuhls drängt.

Fig. 27 ist der Durchschnitt einer 75pfündigen Schiene, so wie man sie auf der Edinburgh-Glasgow-Bahn findet, und die Abbildung zeigt auch den Stuhl und die Art und Weise des Festkeilens. Die innere Seite des Stuhles ist krummlinig und gewährt dem Keile zur Befestigung der Schiene einen großen Raum.

Fig. 28 ist ein Durchschnitt von einer Schiene und von einem Stuhl, sowie sie auf der Nordbritischen Bahn in Anwendung stehen. Das laufende Yard wiegt ungefähr 70 Pfund und die Schienen sind 12—16 Fuß lang. Kopf und Fuß haben verschiedenartige Durchschnitte, wodurch man wahrscheinlich den Zweck zu erreichen gesucht hat, an Gewicht zu ersparen, wodurch jedoch keine entsprechenden Vortheile erlangt sind. Die Keile bestehen aus Eichenholz und sind nur klein.

Die obigen Figuren geben einen ganz guten Begriff von den verschiedenen Arten von Schienen, welche auf Eisenbahnen angewendet worden sind, die gleichweit voneinander abstehende Unterlagen und gußeiserne Stühle haben. Man nennt daher diese ganze Klasse von Schienen Stuhlschienen. Man kann leicht einsehen, daß bei der Auswahl einer Schienenform einerseits die gehörige Festigkeit für die darauf fahrenden Lasten, andererseits aber auch die wohlfeilste Art und Weise der Construction berücksichtigt werden muß. Man stimmt im Allgemeinen

darin überein, daß die obere Fläche der Schienen, auf welcher die Räder laufen, weder zu breit, noch so eng sein dürfen, daß sie im letztern Falle die Räder zu sehr abnutzen, sondern daß sie durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Zoll breit sein müssen, und diese Breite ist auch im Allgemeinen für die öffentliche Eisenbahn angenommen worden. Obgleich von den Herren R. Wood, Barlow und E. Wood sowohl theoretisch als practisch dargethan worden ist, daß die stärkste Form einer Schiene diejenige sei, welche bei hinreichender Höhe für eine zweckmäßige Festigkeit, keinen, zu viel Material enthaltenden Fuß habe, — und obgleich Herr Barlow Formeln zur Berechnung des stärksten Durchschnittes aufgestellt hat, — so ist dennoch der große Gegenstand von allgemeinem Interesse, daß bei der besten Schienenform auch eine vollkommene Sicherheit berücksichtigt worden sei. Sie müssen eine hinlängliche Stärke haben, so daß sich schwere Lasten darauf bewegen können, und die Unterlagen dürfen nicht so weit voneinander entfernt sein, daß sie nur im geringsten Grade die senkrechte oder die Seitenbiegung erhöhen. Besitzt eine Schiene diese Vorzüge, so ist ihre Form in Beziehung auf die mathematischen Principien von geringerer Wichtigkeit, als ihre zweckmäßige Form in Beziehung auf ihre Befestigung und Umlegung. Während demnach die einfachen Parallelschienen immer weniger angewendet werden, findet mit den doppelten das Umgekehrte statt, indem sich ihre Benutzung immer mehr und mehr ausdehnt. Eine Kenntniß dieser Umstände ist für Jeden unumgänglich nothwendig, der in irgend einer Beziehung zu dem Eisenbahnwesen steht, sei er Ingenieur oder Aufseher. Bei alle den bis jetzt schon erlangten Kenntnissen sind wir doch vollkommen von der Unsicherheit überzeugt, welche noch immer über diesem Gegenstand schwebt, und die großen Ko-

sten, welche schon einige ältere Eisenbahnen durch Umänderungen gehabt haben, beweis't, daß sie die Erfahrung theuer erkauft haben. So hat, z. B., die Liverpool-Manchester-Eisenbahn, die erste öffentliche mit Locomotivbetriebe, zu verschiedenen Zeiten andere Schienen gelegt; sie hat nach und nach das Gewicht des laufenden Yards ihrer Schienen von 35 auf 50, 65 und 75 Pfund erhöht. Die London-Birmingham-Bahn sah sich, ohnerachtet der wesentlichen Verbesserungen, die Herr Barlow bei derselben machte, in die Nothwendigkeit versetzt, die Unterlagen von 5 Fuß auf $3\frac{3}{4}$ Fuß einander zu nähern und das Gewicht ihrer Schienen von 64 auf 75 Pfund zu erhöhen. Auf andern Eisenbahnen mußten ebenfalls kostbare Veränderungen vorgenommen werden. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, daß, solange man das jetzige System des Eisenbahnbaues beibehält, seien die ersten Anlagekosten auch, welche sie wollen, dennoch stets schwerere Schienen und näher aneinander liegende Unterlagen angewendet werden müssen, um die bei der steigenden Geschwindigkeit der Bewegung auf den Bahnen nothwendige Stabilität derselben zu erreichen.

Nachdem wir nun eine allgemeine Beschreibung von den verschiedenen Formen der Stuhlschienen gegeben haben, wollen wir zu der Beschreibung der Stühle und Unterlagen, sowie zu der Art und Weise der Befestigung dieser verschiedenen Theile des Eisenbahn-Oberbaues weiter gehen. Wir müssen bemerken, daß die Stärke der Schienen seit der Einführung des Dampfes als Triebkraft nach und nach immer mehr erhöht wurde; die Schienen erhielten gewöhnlich eine Länge von 12, 15 und 16 Fuß mit rechtwinklichen oder abgeschrägten Enden, und es wurde Ende an Ende gelegt, indem man die frühern complicirten Einrichtungen zur Verbindung der Schie-

nenenden gänzlich aufgab und die Verplattung oder das Ueberkämmen (Fig. 12), nur noch selten anwendet. Zwischen 2 Schienen muß wenigstens $\frac{1}{16}$ Zoll Zwischenraum zu ihrer Ausdehnung bleiben; denn es ist bewiesen, daß eine 15 Fuß lange Schiene sich bei 75° F., ungefähr um $\frac{1}{11}$ Zoll ausdehnt. Man hat den Vorschlag gemacht, zwischen den Schienenenden ein Stückchen Holz zu legen, indem die verschiedenen ausdehnenden Eigenschaften des Holzes und des Eisens eine Ausfüllung des Raums bewirken, und das Holz sich ausdehnt, wenn sich das Eisen zusammenzieht; allein es ist dieser Vorschlag unzweckmäßig, da das Holz leicht herausfällt und der Raum alsdann leer bleibt. Es giebt keinen Theil des Eisenbahnbaues, der eine so große Genauigkeit erfordert, als das Aneinanderfügen der Schienenenden; das Rechtwinkelige der Enden und der zur Ausdehnung erforderliche Raum können nicht genau genug regulirt werden. Statt dessen sieht man aber oft Zwischenräume an den Schienen wechseln, von verschiedener Weite und von verschiedener gegenseitiger Höhe, so daß beide Enden nicht in einer Ebene liegen. Dadurch wird die Reibung vermehrt, es werden Stöße und die Gefahr herbeigeführt, daß die Räder aus der Bahn kommen.

Das Setzen von Steinblöcken in gewissen Zwischenräumen.

Steinblöcke in den Oberbau eingelassen, war lange Zeit hindurch die hauptsächlichste Art und Weise, wie die eisernen Schienen unterstützt wurden, und auf einigen Eisenbahnen werden sie noch auf der ganzen Linie angewendet. Auf andern wendete man sowohl Steinblöcke, als hölzerne Schwellen an, und zwar legte man die ersteren auf festen Grund,

und in Einschnitte, die durch festes Gestein getrieben worden waren, und die hölzernen Schwellen auf Aufschüttungen, und auf die letzteren ohne alle Umstände wenigstens so lange, bis sie zu einer endlichen Festigkeit gelangt waren; in manchen Fällen hat man jedoch die hölzernen Schwellen durch Steinblöcke ersetzt. Man hat aber diese Regel größtentheils aufgehoben und die Annahme von Steinblöcken oder hölzernen Schwellen ist hauptsächlich durch locale und andere Verhältnisse bedingt worden. Herr Wood ist der Meinung, daß, wenn man Steinblöcke zu einem mäßigen Preise haben kann, sie durchaus die besten Träger für Schienen seien. Steinblöcke sind ohne allen Zweifel fester und leisten einen stärkeren Widerstand, als die hölzernen Schwellen; allein da die Bewegung der Wagen auf der letzteren angenehmer ist, und da sie elastischer sind, so sind sie in allgemeinen Gebrauch gekommen. Früher wendete man quadratische hölzerne Blöcke an, wie auf einem Theile der Stockton-Darlington Eisenbahn, allein jetzt ist dies durchaus nicht gebräuchlich; und wenn man steinerne Blöcke nimmt, so macht man sie von Granit, Grünstein, oder von irgend einem anderen festen Gesteine. Sie sind gewöhnlich 2 Fuß im Quadrat lang und breit, und 1 Fuß hoch. Die Steine an den Verbindungspuncten zweier Schienen haben gewöhnlich ein Volumen von 5 Cubikfußen, sowie die auf den dazwischenliegenden Puncten eins von 4 Cubikfuß. Die Entfernungen, in denen die Steine auseinander liegen, hängen gewissermaßen von den Ansichten der Ingenieure ab; und wie schon nachgewiesen worden ist, sind die Meinungen in dieser Beziehung verschieden, indem einige eine leichte Schiene mit näher liegenden Trägern, andere eine schwere Schiene mit entfernter liegenden Trägern vorziehen. Uebrigens hat die Erfahrung gezeigt, daß, mag auch die Form

und die Stärke der Schienen sein, welche sie wolle, Blöcke, die weiter als 4 Fuß aus ihren Mittelpuncten voneinander entfernt liegen, für Dampfkraft nicht brauchbar sind, und daß eine geringere Entfernung vorzuziehen ist. Auf manchen Eisenbahnlinien liegen die Blöcke von Mitte zu Mitte 3 Fuß weit auseinander, wie auf der Leeds-Selwy, Manchester-Leeds, York- und Northumberland; auf anderen liegen sie von Mitte zu Mitte 3 Fuß 9 Zoll auseinander, wie z. B., auf der London-Birmingham, auf der großen Verbindungs-London-Brighton-Bahn; und auf noch anderen liegen sie 4 Fuß voneinander entfernt, wie auf der südwestlichen Bahn, auf der Manchester-Birminghamer, der Edinburgh-Glasgower u. s. w. Zuweilen liegen die Steinblöcke in diagonaler Richtung einander gegenüber, zuweilen rechtwinkelig auf der Bahnlinie.

Fig. 29 ist ein Grundriß, welcher die Art und Weise zeigt, wie diese Steinblöcke **a b** und die hölzernen Schwellen **c** gelegt werden. Man hat es als einen Vortheil betrachtet, sie diagonal zu legen, statt quadratisch, indem dadurch die Schienen eine festere Lage erhielten, und man von allen Seiten leichter zu den Steinen gelangen könne, wenn sie eine andere Lage haben sollten, und auch, weil man annahm, sie könnten so einen größeren Seitenwiderstand leisten. Auf der London-Birmingham-Bahn werden fast nur Steinblöcke angewendet, und zwar liegen sie diagonal, wogegen auf der Edinburgh-Glasgow-Bahn, sowie auch auf andern Linien, die Steine rechtwinkelig liegen, wobei die Stühle näher aneinander gelegt werden können und sie dem Oberbau eine größere Stabilität geben.

Da der Mangel von Parallelismus bei den Blöcken ein sehr großer Fehler bei'm Eisenbahnbau ist, ebensowie auch ein Mangel an Gleichförmigkeit

des Niveau's, so ist das Aufstellen der Blöcke ein sehr wichtiger Gegenstand. Da die Blöcke voneinander getrennt und dem Sinken unterworfen sind, so können die Schienen sehr leicht aus ihrer gehörigen, sowohl horizontalen, als verticalen Lage kommen, und es ist dies demnach eine Quelle häufiger Unfälle. Man kann daher nicht genug Sorgfalt darauf verwenden, die Blöcke auf eine feste Unterlage zu stellen. Herr Barlow hält es für besonders wichtig, die Blöcke stets genau gegeneinander überzustellen. Sind die Blöcke nicht vollkommen fest, und haben sie nicht eine ganz feste Unterlage, so kann eine Schiene zuweilen von einem Rade, z. B. $\frac{1}{4}$ Zoll, niedergedrückt werden, während das Rad vielleicht über dem Blocke befindlich ist, während unmittelbar darauf das hohe Rad niedergehen, und das niedrige gehoben werden kann, wodurch eine stoßende Bewegung der Wagen entsteht.

Nach dem älteren Systeme wurde das Setzen der Blöcke mit Schlägeln und Schaufeln bewirkt, indem man auf diese Weise so lange auf sie schlug, bis sie in ihr gehöriges Niveau gelangt waren. Jetzt wird diese Arbeit aber gewöhnlich mit einem transportabeln Hebel ausgeführt, welcher ohngefähr 20 Fuß lang ist und mit dessen kurzem Arme der Block ungefähr 1 Fuß hoch gehoben wird, worauf man ihn wiederholt auf die Kieslage, welche die Bahn bedeckt, niederfallen läßt. Bei jeder Hebung streut man etwas Kies oder feinen Sand darunter, so daß eine recht feste Lage entsteht. Darauf wird der Block sowohl durch Winkel, als auch dem Augenmaß nach in das gehörige Niveau, sowohl in der Längen-, als auch in der Querrichtung, gebracht. Es wurde dies Verfahren zuerst von Herrn Georg Stephenson angewendet. Da nun die Entfernung der Blöcke untereinander vorher bestimmt worden ist, so wird als-

dann deren ganze Linie nach der bestimmten horizontalen Richtung, sowie auch nach der vorgeschriebenen Steigung, gelegt. Sind sie erst einmal in die gehörige Lage gebracht, so müssen sie nicht wieder daraus entfernt werden.

Die Nothwendigkeit, die Blöcke untereinander in ein genaues Niveau zu legen, ist sehr augenfällig, wenn wir berücksichtigen, daß selbst $\frac{1}{4}$ Zoll auf 3 Fuß, 1 Zoll auf 12 Fuß beträgt, oder einer Steigung von 1 Fuß auf 144 gleich ist. Man hat wirklich gefunden, daß durch eine geringe Differenz des Niveau's an den Enden der Schienen, der Wagen darübergeht, ohne einen Theil derselben zu berühren; während auf der anderen Seite die geringste Abweichung von der geraden Linie, durch die Reibung des Spurkranzes der Räder, die Belastung der Maschine bedeutend verstärkt.

Ist demnach die Eisenbahn für bedeutende Geschwindigkeiten eingerichtet, so ist es einleuchtend, daß die Schienen nicht sorgfältig genug gelegt werden könnten, indem die geringste Abweichung von der Ebene den Wagen für einen Augenblick nicht gleichmäßig auf allen Rädern ruhen läßt, so daß er selbst nur von zweien getragen werden kann. Das dadurch veranlaßte Schleudern kann solche Seitenstöße hervorbringen, daß der Stuhl von seiner Unterlage abbricht; während die Biegungen der Schienen oder die Abweichungen von der Ebene, wie schon bemerkt, dieselbe Wirkung hervorbringen, als wenn sich die Wagen stets auf geneigten Ebenen bewegten, während die Bahnlinie eigentlich vollkommen eben sein soll. Daß von Ursachen dieser Art mancherlei Unfälle veranlaßt werden, erleidet gar keinen Zweifel, und beweis't, wieviel von einer genauen Arbeit bei'm Eisenbahnbau abhängt.

Hölzerne Schwellen.

Vieles von dem, was in Beziehung auf das Legen und Befestigen der Steinblöcke auf der Kieslage gesagt worden ist, läßt sich auch auf die hölzernen Schwellen anwenden. Die letzteren haben übrigens den Vortheil, daß sie von einer Seite einer Bahn zu der anderen reichen, so daß die beiden einander gegenüber liegenden Schienen auf einer Schwelle befestigt sind. Die Schienen können daher nicht so leicht ihren Parallelismus verlieren, oder überhaupt aus den bestimmten Maßen gebracht werden, selbst wenn das eine Ende von einer Schwelle etwas unter das andere herabsänke, wie es mit den Blöcken, die in keiner Verbindung miteinander stehen, so leicht der Fall ist. Es ist dies eine sehr wichtige Thatsache, die eine volle Berücksichtigung verdient.

Die hölzernen Schwellen bestehen gewöhnlich aus Lärchen-, Tannen- oder Eichenholz; und bei den Eisenbahnen, deren Spurweite 4 Fuß 8½ Zoll englisch beträgt, sind sie 7½ bis 10 Fuß lang, 8 bis 12 Zoll breit und 5 bis 8 Zoll hoch. Eine Länge von 10 Fuß, eine Breite von 12 Zoll und eine Stärke von 5 bis 6 Zoll sind bei einer dreifüßigen Entfernung der Schwellen voneinander, keine bedeutenden Dimensionen. Sie bestehen gewöhnlich aus halbem Holz schwacher Stämme, von denen die flache Seite unten liegt. Diejenigen Schwellen, auf denen zwei benachbarte Schienen zusammenstoßen, oder die Wechselschwellen sind breiter, als die übrigen. Die Unterlage für die Schwellen bildet gewöhnlich die trockene Kieslage, womit der Unterbau beschüttet worden ist. In den dazu gemachten Gräben werden zerschlagene Steine geworfen, so genau, wie möglich, geebnet und alsdann die Schwellen dar-

auf gelegt. Bis neuerlich hat man die hölzernen Schwellen kyanisirt, d. h. sie nach dem Patent des Engländers Kyan mit einer Auflösung von ätzendem Quecksilber-Sublimat durchdringen lassen; allein es ist dies Verfahren von einer neueren Erfindung des Engländers Payne verdrängt worden, welcher Saft und Luft aus dem Holze zieht; ebenso wird auch das Verfahren des Herrn Burnett angewendet. Jedoch können auch Schwellen von gut ausgetrocknetem Lärchenholze ohne alle Vorbereitung angewendet werden. Die Schwellen auf der London-Birminghamer Eisenbahn sind 7 Fuß lang, 9 Zoll breit und 5 Zoll stark; auf der südwestlichen Bahn liegen 9 Fuß lange, 10 Zoll breite und 4½ Zoll starke Schwellen; auf der Edinburgh-Glasgower Bahn 9 Fuß lange, 10 Zoll breite und 4½ Zoll starke Schwellen; auf der Manchester-Birminghamer Bahn 9 Fuß lange; auf der Manchester-Leeds-Bahn 9 Fuß lange, 11 Zoll breite und 5 Zoll starke; auf der Midland-Counties-Bahn 9 Fuß lange, 10 Zoll breite und 6 Zoll starke; auf der Nordbritischen Bahn 8½ Fuß lange, 9 oder 10 Zoll breite und 4½ oder 5 Zoll starke Schwellen.

Jetzt sind Eisenbahnen, welche gänzlich aus hölzernen Schwellen bestehen, sowohl in England, als namentlich auch in Deutschland, Belgien und Frankreich weit häufiger.

Dennoch herrscht über diesen Punct des Eisenbahnbaues noch eine große Ungewißheit; denn obgleich auf einer Bahnlinie die Steinblöcke gänzlich hinweggenommen und durch hölzerne Schwellen ersetzt werden, so findet auf andern doch noch das Gegentheil statt, indem das Holz so sehr leicht verfault. Die hölzernen Schwellen sind, obgleich hinlänglich breit und viel länger, als die Spur der Bahn beträgt, dennoch der Verwerfung durch das geringste

Sinken des Untergrundes von der Bahn oder des Bodens unterworfen, und da sie höchstens tiefer als Kiesaufschüttung gelegt werden können, so hat dieses System doch noch große Mängel. Wegen seiner Wohlfeilheit, leichten Herstellung und da es weit weniger steif ist, so hat es eine bedeutende Ausdehnung erlangt.

Die London-Greenwich Eisenbahn giebt ein gutes Beispiel von der Elasticität einer Bahn, deren Unterlage aus hölzernen Schwellen besteht. Wären die Schienen auf Steinblöcke gelegt worden, so würde die Starrheit der Bewegung auf den Viaducten außerordentlich zugenommen haben.

Man hat sowohl in England, als auch in Amerika mehrfache Versuche gemacht, um Steinblöcke auf dieselbe Weise, wie hölzerne Schwellen, anzuwenden, d. h., indem man sie ebenso lang machte, wie die letzteren, und quer über die Bahn legte, so daß ein Stein beide Schienen tragen mußte. Man ging bei der Verfolgung dieser Idee davon aus, daß der Parallelismus der Schienen weit weniger gestört, oder dieselben weit weniger aus dem gehörigen Maße geworfen werden könnten, da solch ein langer Stein weit weniger einsinken oder uneben werden könne, als die einzelnen Blöcke. Auf der Dublin-Kingston-Bahn wendete man durchgängige Granitschwellen dieser Art an, die 6 Fuß lang, 2 Fuß breit und 1 Zoll dick waren; dieselben wurden quer über die Bahn und 15 Fuß auseinander gelegt, wogegen man dazwischen, auf Entfernungen von 3 Fuß von Mitte zu Mitte gewöhnliche Steinblöcke legte. Jedoch mißlang dieser Plan, wahrscheinlich, weil die Steinblöcke nur sehr schwierig gehörig gelegt werden konnten, da es schwer hielt, für solche schweren Blöcke ein gehöriges Unterlager zu bereiten; auch erfolgten auf so harten Unterlagen starke Erschütterungen und

Stöße der schweren Bahnzüge, so daß die langen Blöcke zerbrachen. Sie mußten daher wieder aufgenommen und durch hölzerne Querschwellen ersetzt werden. Zuweilen hat man auch gußeiserne Querschwellen, statt der hölzernen, angewendet; ebenso auch Lagerplatten aus derselben Substanz, statt steinerner Blöcke; jedoch fand man, daß das Gußeisen eine zu starke Rigidität zu dem Zwecke habe.

In den vereinigten Staaten wendete man steinerne Querblöcke auf der Boston-Lowell-Bahn an; sie bestanden aus Granit, waren 6 Fuß lang, 18 Zoll breit und ebenso stark; sie lagen von Mitte zu Mitte 3 Fuß auseinander, und trugen beide Schienen, indem die Spur 4 Fuß 8½ Zoll breit war. Jedoch fand man auch dort eine solche Bahn zu steif. Hin und wieder hat man, um eine größere Verbindung zwischen den einzelnen Blöcken zu erreichen, dieselben in den Curven durch eiserne Stangen verbunden.

Die Befestigung der Stühle auf den Blöcken.

Sobald die Blöcke oder die Schwellen auf einer Bahnlinie gelegt worden sind, so besteht die nächste Arbeit darin, auf denselben die Stühle zu setzen und zu befestigen, in denen die Schienen eingelegt und befestigt werden. Dieselben bestehen, ihrer veränderlichen Form wegen, gewöhnlich aus Gußeisen. Schmiedeisen ist freilich stärker, allein obgleich ein Patent auf solche Stühle genommen worden ist, so hat man sie doch nie angewendet. Man hat ebenso verschiedene Formen für die Stühle, wie für die Schienen vorgeschlagen, indem sich jene nach diesen richten müssen. Im Allgemeinen stehen die Stühle senkrecht und haben ein offenes Lager oder einen of-

fenen Einschnitt zur Aufnahme der Schienen, deren Basis, wenn sie in die Schienen eingelegt worden sind, etwa 1 Zoll über der Unterlage hervorsteht, bestehe diese nun in einem Steinblock, oder in einer Schwelle. Die Entfernungen, in denen die Stühle auseinanderliegen, werden durch die Entfernungen der Blöcke gegeneinander regulirt. Ihre Befestigung auf den letzteren wird auf folgende Weise bewerkstelligt: es werden in die Steine $1\frac{1}{2}$—2 Zoll weite Löcher gebohrt, in welche hölzerne Pflöcke eingetrieben werden; wenn alsdann der Stuhl auf seiner Unterlage festgestellt worden ist, so treibt man eiserne Nägel oder Bolzen mit Köpfen durch die in dem Fuße der Stühle befindlichen Löcher, in die hölzernen Pflöcke und befestigt auf diese Weise die Stühle fest auf den Blöcken. Wenn Stühle auf hölzernen Schwellen befestigt werden, so erhalten die letzteren hinreichend tiefe Einschnitte und die Befestigung der Stühle erfolgt in denselben alsdann mit starken eisernen Nägeln. Gewöhnlich sind die Stühle mit 2 Löchern versehen; auf manchen Eisenbahnen haben sie aber drei, wie z. B., auf der London-Brighton Eisenbahn, indem auf der einen Seite zwei, und auf der anderen nur ein Loch befindlich ist. Bei den Stühlen auf den Wechseln der Schienen, und zuweilen auch bei den zwischenliegenden, sind die Löcher zuweilen diagonal angebracht.

Das Gewicht der Stühle richtet sich nach der Größe und Stärke der Schienen, und man macht jetzt beide weit schwerer, als früher. Auf der London-Brighton-Eisenbahn liegen die Schienen, von denen das Yard (à 3 Fuß) 76 Pfund wiegt, in Stühlen, welche auf den Wechseln $10\frac{1}{4}$ Zoll breit und 5 Fuß hoch sind, während die übrigen Stühle dieselbe Breite und $4\frac{3}{4}$ Zoll Höhe haben. Auf der Nordbritischen Eisenbahn sind die Stühle 10 Zoll

breit, 4 Zoll lang und 5 Zoll hoch, und die Stühle an den Wechseln sind 1 Zoll länger.

Das Gewicht der Stühle auf den Wechseln der London-Birminghamer Bahn beträgt 31 Pfund, und das der übrigen 26½ Pfund.

Wenn die Stühle auf Steinblöcken befestigt werden, so legt man gewöhnlich zwischen beide Filzstücken; wird nun der Stuhl fest gegen den Stein gepreßt, so bildet der Filz ein Bett für den Stuhl, giebt ihm einerseits eine größere Festigkeit und vermindert andererseits die Stöße der Wagenräder, und veranlaßt eine sanftere Bewegung auf den Steinblöcken. Jedoch hat man gefunden, daß nach wenigen Jahren die gute Wirkung fast gänzlich verloren gegangen ist, indem fortwährend schwere Lasten auf die Schienen einwirken, und weil der Stuhl sehr fest auf den Block drückt. — Jedoch haben die Stühle auf den meisten großen Eisenbahnlinien in England, deren Unterlagen Steinblöcke bilden, wie die London-Birmingham, Edinburgh-Glasgow und andere, Filzplatten zur Unterlage.

Das Einkeilen der Schienen in die Stühle.

Wenn die eisernen Schienen in die offenen Einschnitte der Stühle gelegt worden sind, so ist die nächste Arbeit, welche ausgeführt werden muß, das Festkeilen der Schienen. Der Keil wird zu dem Ende fest in den schmalen Raum getrieben, der zu seiner Aufnahme, zwischen der inneren Wand des Stuhls und der äußeren Seite der Schiene vorhanden ist, wodurch eine feste Verbindung und Sicherung der Schiene in ihrem Sitze bezweckt wird. Man hat verschiedene Arten von Keilen angewendet; sie bestehen gewöhnlich aus Eichen- oder Ulmenholz, und

werden entweder zusammengepreßt, oder in gewöhnlichen Zustande, sowie auch zuweilen durch das Patentverfahren vorbereitet, angewendet. Ebenso hat man auch feste, so wie auch hohle eiserne Keile benutzt.

Fig. 30 giebt einen Querdurchschnitt von dem hohlen eisernen Keile, auf welchen Herr Barlow ein Patent genommen hat, und welcher hier zur Befestigung einer doppelten Parallelschiene benutzt worden ist. Diese Keilform ist eine sehr zweckmäßige.

Da von einem zweckmäßigen Festkeilen der Schiene ein bedeutender Theil der Stabilität abhängt, so kann nicht genug Sorgfalt und Aufmerksamkeit auf diese Arbeit gewendet werden; daher sind auch die Erfindungen in dieser Beziehung sehr zahlreich. Der Hauptzweck des Keils besteht darin, die Schiene recht fest in den Stuhl niederzuhalten und zu gleicher Zeit die Längenausdehnung des Keiles nicht zu verhindern. Diejenige Art von Keil, welche diesem Zwecke am Besten entspricht, hängt viel von der practischen Erfahrung ab. Der allgemeine Gebrauch hölzerner Keile zur Befestigung der Schienen hängt von der größeren Leichtigkeit ab, mit denen sie sich fest eintreiben und auswechseln lassen; allein, um diesen Zweck zu erreichen, müssen die Keile eine bedeutende Größe haben. Nichts zeigt eine unvollkommene Arbeit bei einem Eisenbahnbau mehr, als wenn da wo Stühle und Keile angewendet werden, die Linie einer steten Beaufsichtigung bedarf, um die Keile dicht angezogen zu erhalten. Die Figuren 25, 26, 27 und 28 zeigen die Art und Weise, wie die Schienen mit hölzernen Keilen in ihren Stühlen befestigt werden.

Eisenbahnen mit ununterbrochenen Unterlagen.

Nachdem wir nun die Fortschritte des Eisenbahnbaues von der ersten Art, sowie sie im Jahre 1789 von Jessop eingeführt wurde, bis zu der jetzigen Zeit verfolgt haben, müssen wir bemerken, daß das Legen der Schienen auf abwechselnde Unterlagen der ganzen Länge der Bahn nach, mögen diese Unterlagen nun aus Holz oder Stein bestehen, am Meisten angewendet worden und von den Ingenieuren auch für die zweckmäßigste Einrichtung gehalten wird. Es hält auf den ersten Blick schwer, diese Parteilichkeit zu erklären, denn nachdem die Dampfkraft zum Betriebe der Eisenbahnen eingeführt worden war, zeigten sich Schwierigkeiten bei dem Bau dieser Art von Eisenbahnen, welche man nicht vorhersehen konnte. Anstatt aber die Einführung eines neuen Princips bei'm Oberbau oder bei'm Legen der Schienen zu versuchen, wurde von den älteren Compagnieen große Summen verschwendet, um die Form der zuerst gelegten Schienen zu verändern. Es ist wirklich ein Vergnügen, bemerken zu müssen, wieviel über die senkrechte und die Seitenabweichung der Schienen, über die Festigkeit und Starrheit des Eisens, sowie über Eisenbahnstühle und Keile geschrieben worden ist, da doch wirklich nur ein geringer Verstand dazu erforderlich war, einen Plan zu ersinnen, auf welche Weise die einleuchtenden Biegungen einer zwischen zwei Stützpuncten, wie eine Brücke, liegenden Stange, am Zweckmäßigsten verhindert werden konnte, indem man diesen Stab auf ein festes Fundament legte. Man hätte dadurch eine größere Sicherheit und Stabilität erlangt, und es wären sehr verwickelte Erfindungen zur Befestigung der Maschine unnöthig gewesen.

Daß jede Verminderung der senkrechten Biegung durch eine feste Basis von Wichtigkeit sei, ist ganz augenscheinlich, wenn wir berücksichtigen, daß eine gesunkene schwere Last auf der Schiene wie auf einer geneigten Ebene aufsteigen muß, deren Höhe gleich der Durchbiegung in der Mitte ist. Als die Anlage der großen westlichen Eisenbahn von der Parlaments-Commission in Berathung genommen wurde, war man der Meinung, daß durch das Fallen der einen Hälfte der Schiene das an Kraft gewonnen wurde, was man durch das Ansteigen der anderen Hälfte verloren hatte, daß der Unterschied daher wegfalle, und die Biegung daher kein Hinderniß sei; jedoch zeigte Herr Barlow, daß diese Aunahme irrig sei, sowohl in der Theorie, als in der Praxis, und daß in der Wirklichkeit der Gewinn, durch das Abwärtsgehen auf so kurzen Ebenen, so außerordentlich klein sei, daß er gänzlich unberücksichtigt gelassen werden müsse. Es sei demnach auf einer Ebene, die als vollkommen horizontal angenommen, der durch die Biegungen der Schienen vermehrte Widerstand der Wagen so bedeutend, daß er als gleich dem angenommen werden müsse, als wenn der Wagen von der halben Länge der ganzen Ebene auf einer Steigung fahre.

Festigkeit der Basis von den Schienen, auf denen schwere Wagen fahren, ist als wesentliche Bedingung so einleuchtend, daß man sich wundern muß, wenn überall Discussionen darüber entstehen können. Dennoch giebt es noch Ingenieure, welche die Behauptung aufstellen, daß zwischen Schienen, die auf festen Längenschwellen befestigt, und zwischen solchen, die nur zwischen zwei Puncten aufgehängt sind, keine große Differenz der Biegung stattfinde. Die Unrichtigkeit dieser Behauptung ist übrigens so einleuchtend, daß sie kaum der Erwähnung werth sein

würde, wenn solche Behauptungen nicht die nachtheilige Wirkung hätten, das Urtheil unpartheiischer Beobachter irre zu leiten. Es muß daher als eine Regel des gesunden Menschenverstandes angesehen werden, daß, je fester eine Schiene ununterbrochen von einer festen Basis unterstützt werden kann, um so geringer die Biegung oder die senkrechte Abweichung von der geraden Linie sein muß. Da nun eiserne Stäbe, wenn sie aufgehängt werden, nicht gleich stark gemacht werden können, um, bei übrigens gleichen Umständen, dasselbe Gewicht zu tragen: so muß die erstere Einrichtung die größte Stabilität haben, nicht allein um die senkrecht wirkende Kraft auszuhalten, sondern auch die seitwärts einwirkende. Denn es erfordert ohne alle Widerrede gar keine Gründe, zu beweisen, daß ein eiserner Stab, der auf eine Reihe von Stützpuncten gelegt wird, leichter senkrecht und seitwärts durch die Stöße und Schwankungen schwerer Wagen gebogen werden kann, als wenn derselbe Stab einen Theil von der festen Bahn bildet, auf welcher sich der Wagen bewegt. Wie sehr man daher auch übrigens die Vortheile einer ununterbrochenen Unterlage der Schienen in Zweifel ziehen kann, so sind die Mängel dieses Systems, wenn es deren überall giebt, nicht dem Princip zugerechnet worden, welches, je mehr man es untersucht, um so richtiger anerkannt wird, sondern es müssen diese Mängel den Details der Construction zugeschrieben werden. So sind, z. B., auf manchen Eisenbahnen mit ununterbrochenen Längsschwellen die Schienen in Stühlen befestigt und ruhen auf dazwischenliegenden Sätteln.

Werden übrigens die Schienen auf diese Weise befestigt, so wird die Spannung und Elasticität des Stabes — der, gleich den Saiten auf dem Stege einer Violine, an gewissen Puncten gebunden ist —

dadurch nicht aufgehoben. Wirklich giebt es, dem Principe nach, keinen Unterschied zwischen Schienen, die auf Querschwellen befestigt sind und den so eben erwähnten; und man kann es ohne Umschweife zugestehen, daß Schienen, welche auf diese Weise auf Längsschwellen befestigt worden sind, in manchen Stücken denen nachstehen, welche auf Querschwellen ruhen, wie sich leicht beweisen läßt.

Es muß demnach wohl berücksichtigt werden, daß, wenn eine Eisenbahn ununterbrochene Unterlagen hat, man darunter versteht, daß die Basis oder der Fuß der Schienen gänzlich auf dem Längsschwelle liegt. Es ist nachgewiesen worden, daß die alten Rinnenschienenwege (tram-roads im Engl.), welche zuerst angewendet wurden, nichts weiter als ununterbrochene hölzerne Schwellen waren. Als dieses System in Amerika eingeführt wurde, wo es in häufige Anwendung gekommen ist, wurde es mehr und mehr verbessert und zur Dampfkraft eingerichtet, und auch auf dem europäischen Festlande sind mehrere Eisenbahnen auf diese Weise gebaut worden. Daß diese Art des Eisenbahnbaues in Amerika so in Aufnahme kam, rührt von dem Ueberfluß an gutem Holze her, welcher dort noch herrscht, ein Vorzug, dessen England gänzlich entbehrt. Jedoch ist die das Publicum am Meisten interessirende Frage nicht die, woher das Material kommt, oder was es kostet, sondern was wirklich die beste Methode sei.

Einer von den ersten Ingenieuren, der den Versuch gemacht hat, das amerikanische Eisenbahnsystem in England einzuführen, jedoch mit Kantenschienen, war Herr J. K. Brunel, welcher die große westliche Eisenbahn auf diese Weise construirt hat; und es gehörte wahrlich ein eben so großer Muth, als eine bedeutende Geschicklichkeit dazu, den Versuch zu einer gänzlichen Veränderung des Eisen-

bahn=Systems zu machen, welches mehrere Jahre lang so gute Resultate geliefert hatte, und vielleicht würden nur wenige Ingenieure auf einmal den kühnen Versuch gemacht haben, eine so viele Meilen lange Bahn nach einem Plane zu erbauen, welcher von dem bis jetzt befolgten, in so vielen Stücken und so wesentlich abwich. Das Princip ist daher der genauesten Beachtung werth; denn es haben sich schon so viele Verbesserungen herausgestellt, daß es gar keinen Zweifel erleidet, daß diese Form einer ununterbrochenen Unterstützung große Vorzüge vor der gewöhnlichen Methode des Eisenbahnbaues habe, und vielleicht die Veranlassung giebt, daß mehrere bereits existirende Eisenbahnen nach diesem Plane umgebaut werden.

Man hat im Allgemeinen angenommen, daß der Zweck, den Herr Brunel zu erreichen suchte, indem er in England eine Eisenbahn in amerikanischem System erbaute, darin bestand, daß er sie für geringere Kosten und wohlfeiler herstellen konnte und mehr noch, weil sich angenehmer darauf fahren ließ, weil sie weniger Stöße und Schwankungen verursachte, und weil die Bahn sanft, gleichartig und elastisch, ohne irgend etwas Wellenförmiges, hergestellt werden konnte. Wenn einerseits die auf solche Weise eingerichteten Bahnen wirklich sanfter und elastischer sind, als wenn man die Schienen auf steinernen Unterlagen befestigt, so erlangte man durch dieselben doch eine für die Sicherheit hinreichende Festigkeit. der Parallelismus der Schienen konnte bei diesem System ebensowenig gestört werden, und sowohl senkrechte als horizontale Biegungen der Schienen wurden vermindert.

Daß Herr Brunel in manchen seinen Erwartungen getäuscht wurde, kann nicht in Abrede gestellt werden; daß diese Erwartungen, die er von dieser

Constructionsweise der Eisenbahn gehegt, nicht so vollständig erreicht werden konnten, ist die Folge von der geringen Erfahrung, die man noch über viele Puncte einer in ihrer Kindheit begriffenen Wissenschaft hat. Es kann freilich der Einwurf gemacht werden, daß, wegen des großen Unterschiedes zwischen der großen westlichen Eisenbahn mit sehr breiter Spur und den gewöhnlichen mit schmaler Spur, keine genaue Vergleichung angestellt werden kann; jedoch giebt es sowohl in England, als auch auf dem Festlande andere Eisenbahnlinien mit gewöhnlicher Spur, welche ununterbrochene Unterlagen haben, und bei denen daher genaue Vergleiche gemacht werden können.

Ehe wir jedoch zu der Beschreibung der Art und Weise, wie auf der großen westlichen Bahn die Schwellen gelegt wurden, weiter gehen, müssen wir erst noch die Form der eisernen Schienen betrachten, die von Herrn Brunel angenommen wurde, und die vollständig von der der früher beschriebenen verschieden ist, und die weder gußeiserne Schienen, noch Keile erfordern. Es ist um so nothwendiger, die Construction der Schienen zu kennen, als auf deren Stabilität und auf ihre Zweckmäßigkeit in Beziehung zu der Bahn viel von der Sicherheit der Wagen, die sich mit großer Geschwindigkeit darauf bewegen, ankommt.

Fig. 31 ist die Form der Schienen, welche zuerst auf der großen westlichen Bahn angewendet wurde. Sie sind hohl, ebenfalls ausgewalzt, 15 Fuß lang, haben zwei breite Platten und sind in Zwischenräumen von 16 Zollen mit Löchern versehen, durch welche die Schraubenbolzen gehen, mittelst denen die Schienen auf den hölzernen Unterlagen befestigt werden. Die Köpfe der Schraubenbolzen auf der äußeren Seite der Bahn stehen über der Schienenplatte hervor, wogegen die Köpfe der inneren

Seite in die Platte versenkt sind. Die zuerst angewendeten Schienen dieser Art wogen das Yard nur 44 Pfund und waren $1\frac{1}{4}$ Zoll hoch. Man nennt die Schienen dieser Art Brückenschienen, da ihr Querschnitt eine brückenartige Form hat.

Längenschwellen oder Unterlagen auf der großen westlichen Eisenbahn.

Da der Plan, den Herr Brunel für das Schwellenwerk oder die hölzernen Unterlagen auf der Großen westlichen Eisenbahn angewendet hat, in seiner jetzigen Gestalt nicht sehr von der Construction anderer Bahnen der Art, sowohl in England, als auch in Amerika und auf dem europäischen Festlande abweicht, so wird man diese Construction leicht verstehen. Jedoch dürfte es sehr belehrend sein, eine Beschreibung des ersten Planes zu geben, nach welchem die Bahnlinie von London nach Maidenhead, auf einer Länge von $22\frac{1}{2}$ engl. Meilen, construirt worden ist, die man aber jetzt vollständig umgeändert hat, oder noch umbauen wird. Auf diesen Theil der Bahnlinie wendete Herr Brunel Pfähle an, welche in gewissen Zwischenräumen in den Unterbau eingetrieben wurden, und welche den Zweck hatten, der ununterbrochenen hölzernen Unterlage eine größere Festigkeit zu geben, so daß dieselben weder in die Höhe gehen, noch sinken konnten. Jedoch hat man gefunden, daß diese Pfähle gänzlich unnöthig seien, daß sie die Bahnanlage weit kostbarer machen, ohne irgend einen entsprechenden Nutzen zu haben. Man hat sie daher jetzt ganz weggenommen und Längenschwellen von etwas größerer Stärke angewendet.

Fig. 32 ist ein Querdurchschnitt von einem Pfahl, welcher in eine Aufschüttung eingetrieben worden ist.

Wenn der Unterbau vollendet war, so wurden büchene Pfähle, von 10 Zoll Durchmesser und von 10—14 Fuß Länge, in Zwischenräumen von 15 Fuß eingetrieben, und zwar näher an der äußeren, als an der inneren Schiene. Zwischen jedes Schienenpaar wurde ein Pfahl in den festen Boden getrieben, in Durchschnitten von ungefähr 8 oder 10 Fuß tief, und in Aufschüttungen mehrere Fuß tief in dem natürlichen Boden. Man kann es leicht ermessen, welche ungeheure Arbeit und Kosten mit dem Einrammen so vieler Pfähle verbunden waren.

Der Kopf der Pfähle stand ungefähr in gleicher Höhe mit der Kiesaufschüttung auf dem Unterbau, und neben dem Kopfe wurde eine andere, 1½ Zoll tiefe, Grube gegraben, in welche die Querriegel oder Querschwellen von amerikanischem Holze, welche die Pfähle miteinander verbanden, gelegt wurden.

Jedes abwechselnde Pfahlpaar wurde zwischen zwei Querschwellen gelegt, und die dazwischenstehenden Pfähle hatten nur einen Querriegel; die doppelten Querriegel lagen 13 Zoll unter der Schienenlinie, die einfachen aber nur 9 Zoll. Auf den Querschwellen und in denselben eingeplattet liegen die Längsschwellen, auf denen die Schienen befestigt worden sind. Sie bestehen aus amerikanischem Fichtenholze und sind 15 Zoll breit und 7 Zoll hoch; jedes Paar liegt von Mitte zu Mitte 7 Fuß 2 Zoll auseinander. Sie ruhen auf einem Stück Holz, welches zwischen den doppelten Querschwellen eingelassen ist, und in die einfachen Querschwellen sind sie etwas eingeplattet, da diese, wie bemerkt, etwas höher liegen, als die doppelten. Quer- und Längsschwellen sind durch Schraubenbolzen und Muttern miteinander verbunden, und die Köpfe der letzteren sind versenkt, wie man aus Fig. 31 ersehen kann.

Es sind also nicht allein die Schienen mit den Längsschwellen, und die letztern mit den Querschwellen, sondern auch diese mit den Pfählen durch Schraubenbolzen verbunden, wie man letzteres aus Fig. 32 näher ersehen kann. Die Schwellen sind auf der Bahnlinie genau wagerecht gelegt und die Längsschwellen bei Steigungen nach der Linie derselben. In Curven sind die Querschwellen nach den Halbmessern liegend. Sowohl Quer- als Längsschwellen ruhen auf einem Bett von Kies und Sand und sind auch von denselben umgeben. Diese Sandumschüttung wurde festgestampft, und mit diesem Feststampfen wurde so lange fortgefahren, bis das Holz durch den Druck der Last zusammengedrückt worden war, denn Herr Brunel scheint den Zweck gehabt zu haben, einen senkrechten Druck gegen die Schienen zu bewirken und der von oben her wirkenden Last einen Gegendruck entgegenzustellen, und die Pfähle sollten auch den Zweck haben, die Schwellen niederzuhalten.

Nachdem die Längsschwellen befestigt worden waren, wurde die Oberfläche ganz genau geebnet, und darauf wurde ein Boden von anderthalb Zoll starkem und 8 Zoll breitem amerikanischen Ulmenholze gelegt, der einen Theerüberzug erhielt und eine geringe Neigung nach Einwärts hatte, indem der Fallwinkel 1 Zoll auf 20 Zoll betrug. Nachdem diese Bohlen festgenagelt und die Nägelköpfe gehörig versenkt worden waren, wurden die eisernen Schienen darauf befestigt, und zwischen die Breter und die Schienenplatten wurde Filz gelegt. Die Befestigung der Schienen erfolgte durch starke Holzschrauben mit sehr tiefen Gewinden, welche durch die Löcher in den Schienenplatten gingen und in das feste Holz eindrangen. Die Schrauben auf der Außenseite hatten quadratische Köpfe, wogegen die Köpfe der innern

Schrauben versenkt waren. Um das Anziehen der Schrauben zu befördern, ließ man eine schwere Walze über die Schienen gehen. Der bessern Erhaltung des Holzes wegen war das Ganze desselben kyanisirt, und das Eisen erhielt einen Theerüberzug. Auf jeder englischen Meile dieser Bahn wurden 420 Ladungen Fichten- und 40 Ladungen hartes Holz, ferner 6 Tonnen Schraubenbolzen und 30,000 Stück Holzschrauben verbraucht.

Dies ist die Beschreibung des mühsamsten aller Eisenbahnbaue, die aufbewahrt zu werden verdient. Sie gibt einen neuen Beweis von dem Sprichwort, daß die besten Entwürfe in der Ausführung sich oft mangelhaft zeigen. Daß dieser Entwurf keinen ganz durchgängig guten Erfolg hatte, ist nur das, was die tägliche Erfahrung lehrt, obgleich die Resultate der ersten Versuche sehr genügend ausfielen. Man fand sehr bald, daß, wie schon erwähnt, die Vortheile, welche die Pfähle gewähren sollten, ohnerachtet der Kosten, welche sie veranlaßt hatten, nur gering waren. Sie wurden daher auf der Linie über Maidenhead hinaus, weggelassen, und es wurden die Quer- und die Längsschwellen allein angewendet; es wurden die ersteren näher aneinander gelegt, und man nahm schwächeres Holz, wahrscheinlich in der Absicht, die Kosten zu vermindern. Jedoch wurde der Hauptfehler dieser Eisenbahn sehr bald darin gefunden, daß die Stärke der Schwellen und der Schienen zu gering für die schweren Lasten waren, welche auf der Bahn bewegt wurden; und in Folge der Unfälle auf der Bahnlinie wird jetzt das ganze Schwellwerk zwischen London und Maidenhead weggenommen und mit stärkerem vertauscht, welches wie das auf dem südlichern Theile der Bahn, eine weit einfachere Construction hat.

Fig. 33 ist ein Querdurchschnitt und ein Längenaufriß von dem Oberbau der Bahn, wie derselbe auf der Station von Slough, sowie überhaupt auf dem westlichen Theile der Bahn befindlich ist. Es sind halbe Stämme, 15 Zoll breit und 9 Zoll und mehr hoch, und die Querschwellen haben Dimensionen von 5 und 8 Zollen. Die Querschwellen liegen 9 bis 10 Fuß voneinander entfernt und sind durch eiserne Bänder und Schraubenbolzen mit den Längsschwellen verbunden, so daß beide sehr fest vereinigt sind. Die Schienen haben an Stärke von den anfänglichen 44 Pfunden zu 55 und 62, und auf der zuletzt ausgeführten Bahnlinie bis zu 70 Pfund das Yard an Gewicht zugenommen.

Auf den ersten 22½ Meilen, wo die leichtesten Schienen angewendet wurden, war der Kopf der innern Holzschrauben in die Platte der Schiene versenkt, wie wir bereits angegeben haben, um ihre Berührung mit den Spurkränzen der Räder zu vermeiden. Ueber diese Linie hinaus und auf dem übrigen Theil derselben nahm man höhere Schienen, und es wurden sowohl auf der innern, als auf der äußern Seite Schraubenmuttern angewendet, um die Schrauben dichter anziehen zu können. Die größere Höhe der Schienen war ungefähr gleich der Stärke der Schraubenbolzen, so daß die Spurkränze der Räder bei dieser Einrichtung keinen größern Spielraum erlangten. Unseres Erachtens, war die erstere Einrichtung die richtige; denn da die Schraubenköpfe versenkt waren und mit der Oberfläche der Schienenplatte gleichstanden, so erhielt die Schiene nur eine solche Höhe, als es die Höhe des Spurkranzes durchaus erforderte. War nun die erste Höhe zu gering, so mußte sie ohne eine Veränderung der Befestigung größer gemacht werden, denn es kann nicht bestritten werden, daß, je niedriger die Schiene ist, auch um

so bedeutender ihre Stabilität sein muß. Haben nun die Spurkränze der Räder einige Zolle mehr Spielraum über der Schienenplatte, so ist es sicher, daß die Wagen mehr schwanken und stoßen müssen.

Fig. 34 stellt einen Querschnitt von den Schienen dar, sowie sie auf dem westlichen Theile der Bahn angebracht sind, und bei denen die Schraubenköpfe auf beiden Seiten über der Platte hervorstehen.

Bei den neuen Schienen, welche auf dem umgebauten Theil der Bahn zwischen Maidenhead und London gelegt worden sind, hat man die Höhe von $1\frac{1}{4}$ auf $1\frac{1}{2}$ Zoll vermehrt. Die Breite der Fahrbahn für die Räder, oder die obere Ebene der Schienen ist im Allgemeinen dieselbe, wie gewöhnlich bei allen übrigen Schienen, und beträgt ohngefähr $2\frac{1}{4}$ Zoll. Bei den neuen Schienen, welche noch gelegt werden sollen, werden die Schraubenköpfe versenkt. Statt daß, wie bei der ersten Construction, zwischen den Schienenplatten und den Ulmenholzbohlen auf den Längsschwellen Filz gelegt wurde, um eine recht feste und dichte Unterlage zu erlangen, wurden die neuen Schienen nur auf 8 Zoll breite und etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Breter von hartem Holze gelegt, welche auf den Längsschwellen festgenagelt wurden, und die Unterlagen von Filz fallen weg. Wir können den Vortheil, den diese Einrichtung gegen die vorige haben soll, nicht recht einsehen, sondern es wird im Gegentheil die Reibung schwerer Lasten die dünnen Breter leicht lose machen. Hätte man die Schienen, wie es auf der Croydon-Bahn geschehen, nur auf Filz gelegt, der sogleich auf die festen Schwellen festgenagelt worden wäre, so würde die Stabilität bedeutend erhöht worden sein. Jedenfalls wird die erste Einrichtung mit 2 bis 3 Zoll starken Bohlen, welche auf den Längsschwellen festgenagelt wurden, und zwischen welche und die Schienen man Filz legte,

eine weit größere Festigkeit veranlaßt haben, als das neuerlich angewendete Verfahren.

Die Beschreibung der Construction von der großen westlichen Eisenbahn ist hier deshalb mitgetheilt, weil der Erfolg des Versuchs ein großes Interesse für die Eisenbahnwelt haben muß. In der Meinung erfahrener Eisenbahn-Ingenieure hat Herr Brunel dieser Construction dadurch geschadet, daß er dem Schwellwerk nicht die gehörige Stärke gab. Selbst das neuerlich gelegte Holzwerk ist viel zu schwach für große Belastungen, die mit bedeutender Geschwindigkeit bewegt werden, wie die Folge lehren wird, und man darf nicht eher den gehörigen Erfolg von diesem System des Eisenbahnbaues erwarten, bis daß den Schienen stärkere Unterlagen gegeben werden, welches nur dadurch zu erreichen ist, daß man stärkere Hölzer nimmt und die Querschwellen näher aneinander legt. Die Annahme eines solchen Systemes wird alle Vortheile gewähren, die man von einer festen und unerschütterlichen Basis, die zu gleicher Zeit Sanftheit und Elasticität mit Stabilität verbindet, erwarten darf.

Die auf der großen westlichen Bahn angenommenen Schienen haben sich nicht auf viel andere Eisenbahnen ausgedehnt; weder in England, noch auf dem Festlande. So befinden sie sich, z. B., auf der Ulster-Bahn, zwischen Belfast und Portadown. Diese Brückenschienen sind 15 bis 20 Fuß lang und das laufende Yard derselben wiegt 53 Pfund. Sie ruhen nicht auf Filz, sondern sind mit $\frac{5}{8}$ Zoll starken und 5 Zoll langen Schrauben, die 16 Zoll auseinander stehen, auf die Langschwellen befestigt. Diese letztern sind 12 Zoll breit und 6 Zoll stark und haben eine Neigung zur Seite von $\frac{1}{16}$ Zoll. Die Querschwellen sind in Entfernungen von 10 bis 15 Fuß voneinander unter die Längsschwellen gelegt.

In Deutschland ist die Berlin-Frankfurter Bahn mit Brückenschienen belegt, welche auf einem Theile der Bahn (gegen Frankfurt) nur auf Querschwellen ruhen. Bei Weitem der größte Theil der Schienen liegt aber auf Langschwellen, welche in Entfernungen von 4 Fuß von Querschwellen getragen werden. Die Schienen sind mit eisernen Schrauben, welche in deren Höhlung eingreifen und unterhalb der Schwellen mit Muttern versehen sind, auf dem Langholze befestigt — eine Construction, welche das Auswechseln der Schienen sehr erschweren mag. Das Gewicht der auf Langschwellen ruhenden Schienen beträgt 45 Pfund, das der auf Querschwellen liegenden 50 Pfund das Yard.

Eisenbahnen mit ununterbrochenen Unterlagen von anderer Construction.

Eine andere Art von Schienen, welche auf Langschwellen ruhen, ist in England mit gutem Erfolg auf der London-Croydon-, sowie auch noch auf verschiedenen andern Bahnen angewendet worden. Auch hat man ähnliche Schienen auf mehreren deutschen und amerikanischen Eisenbahnen angewendet, wie wir sogleich weiter nachweisen wollen. Die Befestigung dieser Schienen wird entweder mit Holzschrauben oder mit Hakennägeln bewirkt; neuerlich hat man diese Schienen, die in Deutschland unter dem Namen der Vignoles-Schienen (von ihrem Erfinder, dem englischen Eisenbahn-Ingenieur Vignoles) bekannt sind, auch nur auf Querschwellen gelegt und bei diesem Verfahren sehr gute Resultate erlangt.

Fig. 35 ist ein Querdurchschnitt einer solchen breitbasigen T-Schiene, die 15 Fuß lang ausgewalzt worden ist, und die man auf der London-Croydon-Eisenbahn angewendet hat. Die Schienen ruhen

auf Langhölzern, welche 10 bis 14 Zoll breit und 5 bis 7 Zoll stark sind. Diese Langschwellen liegen auf Querschwellen von 9 Fuß Länge, 9 Zoll Breite und 5 Zoll Stärke und sind durch halbzöllige und 9 Zoll lange Nägel befestigt. Zwischen den Schienen und den Langschwellen liegt Filz, und dieselben sind durch halbzöllige, $4\frac{5}{8}$ Zoll lange Holzschrauben mit zölligen Köpfen, die 19 Zoll auseinander stehen, befestigt. An den Wechseln sind 4 Schrauben nahe bei einander angebracht. Auf der innern Seite der Schienen sind die Köpfe der Schrauben in den Platten der Schienen versenkt, wogegen die Schraubenköpfe auf der äußern Seite der Schienen hervorstehen. Wegen ihrer geringen Höhe im Vergleich zu den Stuhlschienen, und weil ihr Fuß auf ununterbrochenen hölzernen Langschwellen ruht, besitzen diese Schienen sowohl Stärke, als Stabilität. Es ist diese Construction der Schienen-Unterlagen eine ganz vortreffliche, und man ist in England der Meinung, daß die London-Croydon-Bahn in Beziehung auf Sanftheit und Elasticität, sowie dadurch, daß man auf ihr kein so bedeutendes Geräusch wahrnimmt, und endlich dadurch, daß die Schienen nicht aus ihrer Spurweite gehen können, während bei'm Betriebe nur eine geringe Abnutzung und andererseits eine vollständige Sicherheit stattfindet, eine der besten in dem vereinigten Königreiche sei.

Ein Theil von der Birmingham- und Gloucester-Bahn hat ebenfalls Langschwellen von amerikanischem Fichtenholz von verschiedener Länge, von 13 Zoll Breite und 6 Zoll Stärke, welche durch Querschwellen von 7 Fuß 2 Zoll Länge, 7 Zoll Breite und $3\frac{1}{2}$ Zoll Stärke verbunden sind; es sind diese Querschwellen nur halbe Stämme. Die Schienen ruhen in Stühlen, welche mit starken Schraubenbolzen auf den Langschwellen befestigt sind.

Fig. 36 ist ein Querdurchschnitt von diesen niedrigen Parallelschienen, wie man sie in England nennt, und sowie man sie auf einem Theile der eben genannten Bahn angewendet hat, und von denen das Yard 56 Pfund wiegt.

Ein Theil von der Manchester-Bolton-Eisenbahn hat ebenfalls ununterbrochene und hölzerne Unterlagen von halben Stämmen, die etwas diagonal gelegt worden sind, und die auf Querschwellen ruhen, auch mit Schienen derselben Art versehen sind. Auf den britischen Inseln haben außerdem noch die Dublin-Kingston-Bahn, sowie auch noch mehrere andere Bahnen eine gleiche Einrichtung, jedoch mit geringen Constructionsabweichungen.

In Deutschland hat man die Vignoles-Schienen schon sehr bald angewendet; auf Langschwellen ruhend auf der Braunschweig-Wolfenbütteler Bahn, sowie auf deren Fortsetzung nach Harzburg.

Neuerlich ist man aber auf verschiedenen deutschen Bahnen von den Langschwellen abgegangen und hält die Vignoles-Schienen auf eichenen Querschwellen ruhend und mittelst gewalzter eiserner Unterlegplatten und Hakennägel für bei weitem besser. Dieselben haben sich auf verschiedenen Bahnen am Meisten verbreitet; sie sind auf den braunschweigischen und hannöverschen Bahnen, ferner auf der Leipzig-Altenburger und der Berlin-Stettiner Bahn ausschließlich, sowie auf der Leipzig-Dresdener Eisenbahn zum größten Theile in Anwendung gebracht, nachdem man in'sbesondere auf letzterer Bahn eigene Erfahrungen mit andern Constructionsarten gemacht hatte. Ebenso fand man sich bei dem Legen des zweiten Geleises der Leipzig-Magdeburger Bahn veranlaßt, das bei'm ersten Geleise angewendete System der auf Langschwellen liegenden Brückschiene zu verlassen und dafür das System des freitragenden Schienenbaues mit Vignoles-

Schienen und Querschwellen anzunehmen; auch bei der Zweigbahn von Groß-Oschersleben nach Halberstadt befolgte man dieses System.

Man hat in England auch die Schienen auf ununterbrochene steinerne Blöcke gelegt, da in England das Holz sehr kostbar ist, dagegen aber an vielen Orten gute natürliche und gebrannte Steine zu wohlfeilen Preisen angeschafft werden können. Auf der Bolton-Preston-Bahn, auf der eine solche Construction angenommen worden ist, sind die Steine 5 Fuß lang und 2 Fuß breit und ruhen auf Unterlagen von Ziegelsteinen. Auf einem Theile der Leeds-Selby-Eisenbahn, wo unter jeder Schiene eine ununterbrochene Linie von steinernen Blöcken gelegt worden ist, sind dieselben 3 Fuß lang, 1 Fuß hoch und 16 Zoll breit; die 4 Linien der beiden Geleise werden durch eiserne Stäbe, welche von einer Seite zur andern reichen, zusammengehalten. Diese Eisenbahn-Construction muß, wenn die Steine eine feste Grundlage haben, eine sehr dauerhafte sein; allein, wo zusammenhängende Steinblöcke angewendet werden, ist die Härte und Rigidität zu groß für schwere Lasten, welche mit Schnelligkeit darüber gehen, und es erleiden sowohl die Maschine, als auch die Transportwagen weit stärkere Stöße. Aus diesen Gründen hat daher diese Construction keine Nachahmung gefunden. Jedoch ist es mehr als wahrscheinlich, daß die ununterbrochenen Schienenunterlagen künftig immer mehr und mehr angenommen werden, und daß wegen ihrer mancherlei Vorzüge die öffentliche Meinung sich immer mehr und mehr zu ihren Gunsten aussprechen wird. Es kann gar keinem Zweifel unterworfen sein, daß der sanftere und geräuschlosere Gang der Wagen einen weit leichtern Betrieb, eine geringere Reibung und weniger Stöße bei der Maschine veranlassen werden. Eine genaue Vergleichung

des Betriebes auf den verschieden eingerichteten Bahnen wird diesen Punct leicht in's Reine zu bringen vermögen.

Es scheint zwar nicht, daß auf der großen westlichen oder auf andern Eisenbahnen mit ununterbrochenen Unterlagen irgend eine wesentliche Verminderung der Schwankungen der Wagen stattgefunden haben. Auf der großen westlichen Bahn mag dies vielleicht von der breiten Spur herrühren, jedenfalls ist aber auf jener Linie das Schwanken der Wagen und das Geräusch sehr bedeutend. Ein Hauptpunct aber, welcher selbst wichtiger ist, als eine sanfte Bewegung, besteht darin, daß die Schienen nicht aus ihrer Spur gerathen. Jedenfalls werden die Bahnen mit ununterbrochenen Unterlagen, und solche, bei denen die Schienen auf festen und einander nahestehenden Querschwellen liegen, in dieser Beziehung die größte Sicherheit gewähren. Uebrigens kommt auch bei dieser Constructionsweise sehr viel auf die Kiesaufschüttung, auf das Feststampfen der Schwellen, kurz auf eine sorgfältige und genaue Arbeit an.

Die Radkränze.

Nachdem wir nun die verschiedenen Schienenformen, welche jetzt auf den Eisenbahnen im Gebrauch sind, beschrieben haben, wird es zweckmäßig sein, von den Radkränzen zu reden, indem auf deren Anpassung auf die Schiene die Verminderung der Reibung, die Schnelligkeit der Bewegung, sowie auch die Gefahr des Herausspringens der Wagen aus den Schienen, hauptsächlich bei großen Geschwindigkeiten, ganz außerordentlich abhängt.

Seit der Einführung gußeiserner Räder bei den Steinkohlenwagen sind mehrere Verbesserungen an denselben gemacht worden. Die erste bestand darin, die Radkränze schalenhart zu gießen, worauf die Eng-

länder Loch und Stephenson ein Patent erhielten. Darauf erhielten die gußeisernen Räder schmiedeeiserne Kränze. Dann erhielt Hr. Georg Stephenson ein Patent auf Räder mit gußeiserner Nabe und gußeisernem Kranz und mit hohlen schmiedeeisernen Speichen. Seitdem haben die Herren Jones in London ein Patent auf ein Rad mit schmiedeeisernen Speichen und Felgen erhalten, welches in London auf gewöhnlichen Straßen sehr häufig in Gebrauch und mit dem besten Erfolge auf Eisenbahnen angewendet worden ist. Am Meisten auf Eisenbahnen sind aber die Räder mit schmiedeeisernen Speichen und Felgen angewendet worden, auf die Wilhelm Loch 1830 ein Patent nahm. Vorher wendete man bei den Eisenbahnwagen sehr häufig Räder mit gußeisernen Felgen und schmiedeeisernen Bändern an; allein jetzt bestehen die Räder ganz aus Schmiedeeisen, mit Ausnahme der Nabe. Jetzt werden gußeiserne Räder nur noch selten angewendet, höchstens auf Eisenbahnen mit Pferdeförderung, denn bei großen Geschwindigkeiten kann man sie nie mit Sicherheit gebrauchen. In neuerer Zeit sind noch mannigfache Veränderungen und Verbesserungen an den Rädern vorgenommen, jedoch würde es zu weit führen, sie hier beschreiben zu wollen.

Der Kranz des Rades ist einer der wichtigsten Theile für eine Eisenbahn-Construction, und bei Eisenbahnen mit Curven, welches bei den meisten der Fall ist, ist die Anpassung des Kranzes und der kegelförmigen Form der Räder auf die Form der Schienen von höchster Wichtigkeit. Der Spurkranz ist gewöhnlich 1 Zoll hoch und läuft von der innern nach der äußern Seite etwas ab, damit, wenn das Rad in einer geraden Linie läuft, die Kante von dem Spurkranze etwa 1 Zoll von der Schiene abgehalten wird, oder, wenn es möglich ist, gar nicht

mit derselben in Berührung kommt. Zur Erreichung dieses Zweckes wird der ohngefähr 4 Zoll breite Radkranz gewöhnlich etwas kegelförmig gemacht; bei einem $3\frac{1}{2}$ Zoll breiten Rade beträgt die Neigung des Kranzes 1 Zoll auf 7, so daß der Durchmesser des ganzen Rades an dem Spurkranze 1 Zoll größer ist, als an der äußern Kante. Dadurch und durch die geringe Converität ist die Berührung zwischen dem Rade und dem Radkranze sehr beschränkt, wodurch nothwendig seine Abnutzung bewirkt werden muß. Um dies in einem gewissen Grade zu verbessern, haben einige Ingenieure den Gebrauch, den Schienen eine geringe Neigung nach Einwärts zu geben, damit die Oberfläche, auf welcher das Rad greift, etwas breiter wird; obgleich es augenscheinlich ist, daß, je größer die Berührungsoberfläche, um so bedeutender auch die Reibung an dem Puncte der Neigung der Schienen sein muß. Jedoch herrschen bei den Eisenbahn-Ingenieuren darüber sehr abweichende Meinungen.

Auf der London-Birmingham-Bahn beträgt die Neigung der Schienen $\frac{3}{8}$ Zoll auf 11 Zoll, oder etwa 1 Zoll auf 29; und auf der großen westlichen Bahn, wie bereits bemerkt, etwa 1 auf 20 Zoll. Auf der letztern Eisenbahn hat der Spurkranz der Räder einen weit geringern Ablauf, als auf andern; dies ist eine Folge der Form der Schienen selbst. Um das Wagenrad denselben anzupassen, muß die Kante des Spurkranzes flach und quadratisch sein, statt daß sie stark ist und mit einem Ablauf versehen.

Auf einer Eisenbahn, nämlich der Eastern-Counties, woselbst die Wagen, welche einige Zeit auf der Bahn gegangen sind, bedeutende Unfälle veranlaßten, ist dies der unzweckmäßigen Anwendung von Rädern mit nicht ablaufenden, oder hinlänglich tiefen, sondern nur dünnen und niedrigen Spurkränzen zugeschrieben

worden. Zwar haben die Räder auf der großen westlichen Bahn dieselbe Form, allein sie laufen auf ganz andern Schienen, als die der vorher erwähnten Bahn sind. Wenn dies wirklich der Fall ist, so muß ein Mißverständniß oder eine Unwissenheit in Beziehung auf die Anpassung der Räder auf die Schienenformen stattgefunden haben; jedoch ist es kaum zu begreifen, wie solche Fehler, wodurch das Leben von Hunderten gefährdet ist, geduldet werden können. In den amtlichen Berichten über die neuerlichen Unfälle auf der gedachten Bahn ist ausdrücklich bemerkt, daß sie daher rühren, daß der Spurkranz eines Locomotivenrades gegen einen fehlerhaften Schienenwechsel gestoßen sei, indem die Spurkränze und die Schienen der Eastern-Counties-Bahn nicht zusammenpassen, und daß daher die Locomotive nicht eher wieder benutzt werden dürfe, als bis die Räder verändert worden seien.

Um die Wagen auf den Schienen bei großen Geschwindigkeiten besser zurückhalten zu können, haben Mehrere den Vorschlag gemacht, den Spurkranz breiter zu machen, weil alsdann die Neigung zum Ablaufen nicht so groß sein, sondern das Rad besser zurückgehalten werden würde; denn derselbe Stoß, welcher sie in dem einen Falle aus den Schienen wirft, würde sie in dem andern Falle halten und ein ½ Zoll höherer Spurkranz würde die Sicherheit sehr vermehren. Auf der andern Seite haben diese höheren Spurkränze aber auch bei den Schienen, wie sie jetzt sind, einige practische Nachtheile. Es ist dies ein sehr wichtiger Punct, der am Besten durch Versuche gelös't werden kann. Andererseits muß bemerkt werden, daß durch die Vermehrung der Anzahl der Wagenräder die Gefahr des Ablaufens sehr vermindert wird. Die gewöhnliche Zahl der Räder beträgt 6 bei der Maschine und 4 bei dem Tender

und bei den Transportwagen. Auf der großen westlichen Eisenbahn sind übrigens sowohl 6 Räder bei den Maschinen, als auch bei den Wagen angewendet worden; und obgleich dadurch die Friction vermehrt wird, so entsteht doch daraus der offenbare Vortheil, daß, wenn auch eine Achse bricht, der Wagen dennoch seinen Weg fortsetzen kann und nicht aus den Schienen zu springen braucht. R. Wenton zu Birmingham nahm ein Patent auf tief gefurchte eiserne Walzen, um sie unter dem Gestelle der Maschinen und Wagen anzubringen, und zwar ganz in der Nähe der vordern Räder, und auf welche der Wagen fallen muß, wenn das Rad von der Schiene läuft, oder wenn die Achse eines vierräderigen Wagens zerbricht. Erweis't sich der practische Nutzen dieser Erfindung, so wird es zweckmäßig sein, jeden Wagen mit solchen Falzen zu versehen, da die Kosten derselben nicht bedeutend sein werden. Ein anderer Engländer, G. Cayley, macht den Vorschlag, die Vorderräder der Locomotiven mit 3 oder 4 Rinnen zu versehen, welche im Stande sind, auf der Schiene zu laufen, um das Ausspringen der Maschine zu verhindern, wenn ein solcher Unfall durch irgend ein Hinderniß auf der Bahn veranlaßt werden sollte. Dadurch könnte die Maschine auf ihrer richtigen Bahn erhalten werden, bis daß der Zug zum Stillstande gebracht werden kann; jedoch sind die Vorschläge in dieser Beziehung so zahlreich, daß es unmöglich sein würde, nur die hauptsächlichsten zu erwähnen. Den meisten von diesen Vorschlägen fehlt jedoch der Vortheil, bereits practisch versucht worden zu sein, so daß ihr Nutzen durch Nichts bewiesen ist. Unter manchen andern Vorschlägen wollen wir noch des der doppelten Spurkränze an den Rädern, wenigstens für die Maschine, erwähnen. Dadurch würde die Wirkung hervorgebracht werden, die Räder auf den Schienen

zurückzuhalten, selbst wenn der Spurkranz des Vorderrades herausgesprungen wäre.

Von Manchen ist die Geneigtheit und Häufigkeit des Herausspringens der Wagen aus den Schienen dem Umstande beigemessen worden, daß ihr Schwerpunct zu hoch liegt, so daß sie zu leicht in Schwankungen gerathen, wogegen man gewöhnlich das Herausspringen in zu niedrigen Spurkränzen oder in Unvollkommenheiten der Schienen sucht.

Andere schreiben solche Unfälle der Vernachlässigung, die sich drehenden Theile der Maschine nicht in das gehörige Gleichgewicht gestellt zu haben, zu, indem dadurch die heftigen Schwankungen, das Stoßen und die springende Bewegung auf den Schienen hervorgebracht werden. Professor Melson und Herr Heatin zu Birmingham haben eine Reihe von Versuchen über die Wirkungen angestellt, welche aus dem Mangel einer Ausgleichung der sich bewegenden Theile der Maschine hervorgehen. Sie machen den Vorschlag, den nachtheiligen Wirkungen durch Anbringung von Gegengewichten gegen das Gewicht der Kurbel und von Verbindungsstangen entgegenzuwirken, um dadurch eine sanfte und gleichförmige Bewegung hervorzubringen.

Wagen, Achsen und Büchsen.

Die Wagenachsen sind ein anderer wichtiger Punct für das Eisenbahnwesen, welche eine bedeutende Berücksichtigung verdienen, und es sind daher neuerlich in dieser Beziehung viele Verbesserungen gemacht worden. Verhältnißmäßig entstehen wenige Unfälle aus Achsenbrüchen; ist es aber der Fall, so entstehen daraus auch die traurigsten Folgen. Die Achsen bestehen stets aus dem besten Stabeisen und sind mit der größten Sorgfalt angefertigt; die der

Wagen haben etwa 3½ Zoll im Durchmesser, allein die Locomotivenachsen sind weit stärker. Bekanntlich ist das Princip, nach welchem die Eisenbahnräder befestigt werden, das entgegengesetzte von dem der gewöhnlichen Wagen. Bei diesen drehen sich die Räder auf den Achsen, wogegen bei den letztern, da bei diesen die Räder von den Spurkränzen geleitet werden, und weil der Wagen sich nicht zu drehen braucht, Räder und Achsen genau miteinander verbunden sind. In der Nabe eines Eisenbahnrades ist eine quadratische Oeffnung eingebohrt, um eine genauere Befestigung zu erlangen, und in diese ist das Ende der Achse genau hineingepaßt. Die Büchsen, in denen sich die Achsen drehen, sind bei den gewöhnlichen Wagen in den Naben angebracht, bei den Eisenbahnrädern dagegen außerhalb an dem Gestelle; denn das frühere Verfahren, die Büchsen hinter den Rädern an dem Gestelle zu befestigen, hat man neuerlich aufgegeben und, wie bemerkt, die Büchsen vor den Rädern angebracht. Diese letztere Einrichtung gestattet eine größere Breite des Wagengestelles und eine Erhebung desselben über den Rädern. Man hat daher diese Einrichtung ganz allgemein bei den Eisenbahnwagen angenommen, obgleich dadurch der Schwerpunct höher gebracht wird, als bei der gewöhnlichen Einrichtung. Jedoch bietet sie gegen die Büchsen hinter den Rädern den Vortheil einer geringern Friction dar, da die Hälse dreifüßiger Räder von 3¼ auf 2¼ Zoll vermindert werden können, wodurch eine weit geringere Berührungsoberfläche entsteht. Der Hals der Achse ist stets mit der größten Genauigkeit abgedreht, da die geringste Ungleichheit die nachtheiligsten Folgen haben kann. Das äußere Ende des Halses ist mit einer ringartigen Verstärkung versehen, wodurch die Achse, wenn sie in dem Rade befestigt worden ist, verhindert wird, die ge-

ringste Seitenbewegung zu machen. In dem gußeisernen Stuhl oder in der Büchse ist ein messingenes Futter oder Pfanne angebracht, in welcher sich der Achsenhals mit Leichtigkeit drehen kann. Diese Büchse besteht aus zwei Stücken und umfaßt den Achsenhals, und dieselben sind durch Schraubenbolzen miteinander verbunden. Der Stuhl oder die Büchse sind mit dem Wagengestelle fest verbunden.

Wenn concave Federn gebraucht werden, wie es gewöhnlich bei den Eisenbahnwagen der Fall ist, so ruht der Mittelpunct der Federn auf dem Scheitel des Stuhls und ist mit ihm durch denselben Bolzen verbunden, welcher die Stuhltheile vereinigt. Senkrechte Eisenplatten oder Führer, sogenannte Schutzbleche, umfassen den Stuhl, gestatten aber der Feder, ihre Wirkung zu thun, und sind an der äußern Seite von dem Maschinengestell befestigt. Da es von Wichtigkeit ist, daß diese Schutzbleche ganz fest sind, so sind sie mit Verbindungsstangen untereinander versehen, wodurch jedes Schwanken vermieden wird.

Durch eine sinnreiche Vorrichtung werden die Hälse der Achsen mit Schmiere versehen, welches wegen der Schnelligkeit der Bewegung fortwährend nothwendig ist. Unmittelbar über der Büchse ist ein kleines Gefäß angebracht mit einem kleinen Loch auf dem Boden, durch welches die Schmiere auf den Hals fließt, so daß die Achse so wenig, als möglich, erhitzt wird. Diese Schmierbüchse ist mit einer Art Salbe, etwa von der Consistenz von Butter, ausgefüllt, die aus Talg, Palmöl, Schwefel &c. besteht, und es geschieht die Füllung mittelst eines Deckels, der außerhalb der Räder geöffnet und während des Betriebes mittelst einer Feder verschlossen gehalten werden kann. Die Schmiere wird gewöhnlich von den Eisenbahngesellschaften selbst verfertigt; jedoch sind

auf verschiedene Zusammensetzungen zu diesem Zweck verschiedene Patente genommen worden.

Wagenfedern.

Wegen der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wagen auf Eisenbahnen bewegen, und wegen der großen Anzahl von Wagen, welche nothwendig miteinander verbunden werden müssen; ferner wegen der Stöße und Erschütterungen bei dem Ingangsetzen und bei dem Stillstande eines Bahnzuges müssen die Wagengestelle nicht allein sehr stark sein, um ihre Beschädigung zu verhindern, sondern es müssen auch Federn auf solche Weise angebracht worden sein, daß sie die Stöße und Erschütterungen vermindern, ein heftiges Zusammenstoßen der Wagen vermeiden und den Stoß nach und nach über den ganzen Zug verbreiten, weshalb ein elastisches Nachgeben durch den ganzen Zug nothwendig ist. Wollte man die Wagen mittelst eiserner Stangen untereinander verbinden, so daß alle ein Ganzes bildeten, so würde der Stoß gleichzeitig gefühlt werden; da aber jede Bewegungsveränderung einen Stoß durch den ganzen Zug veranlassen muß, dessen Heftigkeit mit der Geschwindigkeit steigt, so bietet sich von selbst der Gedanke dar, daß die Heftigkeit des Stoßes durch eine Reihe von Federn verhindert werden kann. Es sind zu dem Ende mehrere sinnreiche Erfindungen gemacht worden — meistens Verbesserungen der ersten Einrichtungen an den Wagen der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, auf welcher die Nothwendigkeit, Federn anzuwenden, bei der steigenden Geschwindigkeit, mit der man auf derselben fuhr, zuerst gefühlt wurde. Da die Eisenbahnwagen eine fast gerade Vorwärtsbewegung erfordern, so fehlte es offenbar an einer Einrichtung der Federn, um der directen Zugkraft zu begegnen, nämlich an einer Art von Federn, um

den Körper des Wagens von dem Stoße der Achsen zu befreien, und eine andere, um der Mittheilung des unmittelbaren Stoßes zu widerstehen. Da die Gestelle der meisten Eisenbahnwagen gewöhnlich über den Rädern hervorstehen, um eine größere Breite zu erlangen, so vermindert die Niedrigkeit der Räder und der Wagen und das Gewicht der letztern die Unvollkommenheit einer solchen Einrichtung und die Gefahr des Umstürzens in einem bedeutenden Grade. Das Wagengestell ruht gewöhnlich auf elliptischen Druckfedern, die ihrerseits mit der eisernen Büchse der Radachse verbunden sind. Früher waren die Federn oft über dem Wagengestell angebracht, wodurch der Vortheil erreicht wurde, den Boden des Wagens niedriger halten zu können, allein jetzt werden sie gewöhnlich unter dem Gestell angebracht. Auch macht man die Federn jetzt breiter und weniger gekrümmt, als früher, und bei den meisten neuern Wagen sind die Federn sehr lang, fast ganz gerade und ruhen nicht auf der Büchse. Auf manchen Bahnen werden auch Grashüpfer-Federn angewendet, jedoch sind sie nicht allgemein. Die Federn schwerer Wagen müssen nothwendig sehr stark gemacht werden. Uebrigens sind die Einrichtungen der Wagenfedern sehr verschieden.

Die andere Klasse von Federn, welche bei den Eisenbahnwagen angewendet werden, nennt man P u f f e r oder S t ö ß e r; es sind runde Blöcke oder Scheiben von Metall oder Holz, die von den Enden der Wagen vorspringen und gewöhnlich mit Kissen bedeckt sind. Diese Puffer sind an den Enden langer eiserner Stangen befestigt, die unter dem Wagen im Gestell angebracht sind, eine freie Bewegung nach Einwärts haben und gegen das Ende einer elliptischen Feder drücken, sobald sie einen Druck erleiden, oder mit den Puffern der benachbarten Wagen in Berührung gebracht werden. Da sich alle Puffer einer

Wagenlinie, mag ihre Anzahl auch noch so groß sein, sämmtlich einander gegenüberstehen, so folgt augenscheinlich, daß, wenn irgend ein Stoß erfolgt, wie bei dem plötzlichen Aufhalten eines Bahnzuges, dieser Stoß durch ihre Elasticität durch alle Wagen hindurch sehr vermindert wird. Diese Federn wirken gleich gut, sowohl bei'm Stoßen, wie bei'm Ziehen der Wagen.

Fig. 37 ist ein Grundriß eines Wagens, welcher einen Begriff von der Wirkung der Puffer geben kann: **a a** sind die Puffer; **c c** die elliptischen Federn; **b b'** der Apparat zum Ziehen der Wagen mit den kleinen Federn **e e'**. Die Verbindung zwischen den Wagen besteht gewöhnlich aus eisernen Stangen, welche durch Bolzen miteinander verbunden werden, und durch deren Hinwegnahme die verschiedenen Wagen ebenso leicht voneinander getrennt werden können. Außerdem werden noch immer Verbindungsketten angewendet.

Außer dieser Form der Federn sind auch noch verschiedene andere Vorrichtungen vorgeschlagen und angewendet worden. Im Jahr 1836 nahm der Engländer H. Booth ein Patent auf den Entwurf von Puffern, welche stets miteinander in Berührung gehalten werden. Es wurde dies durch den Druck von Federn bewirkt, welche auf die Puffer einwirkten, sowie durch die Verkürzung der Zugketten und durch die Befestigung der Wagen durch Drehschrauben.

Fig. 38 ist der Grundriß von der Kette und den Schrauben. Die Zugkette wurde an den Haken der Wagen angebracht und die Schraube so lange gedreht, bis daß die Pufferköpfe miteinander in Berührung standen. Es ist diese Einrichtung auf mehreren Eisenbahnen angenommen worden.

Bei einer andern Einrichtung der Puffer sind dieselben mit Spring- oder Spiralfedern versehen.

Herr Bergin zu Dublin erhielt ein Patent auf einen solchen Apparat. Es geht eine eiserne Stange von einem Ende des Wagengestelles bis zum andern, und die Verbindungsketten sind mit den Pufferköpfen verbunden. Die Pufferstange geht an beiden Enden durch eine Röhre und ist von einer Spiralfeder umgeben, welche gegen die Röhre drückt, jedoch nicht in dieselbe eintreten kann. Diese Erfindung ist bei den Wagen auf der Dublin-Kingston-Eisenbahn, sowie in Deutschland auf der Braunschweig-Harzburger Bahn angewendet. Es sind auch noch andere Formen von Spiralfedern angewendet worden, z. B. die des Hrn. Blackmore an den Wagen der Newcastle-Carlisle-Bahn; jedoch würde es hier zu weit führen und einen zu geringen practischen Nutzen haben, wollten wir die verschiedenen, dazu vorgeschlagenen Vorrichtungen beschreiben, zumal über deren Vor- oder Nachtheile noch sehr verschiedene Meinungen herrschen. Uebrigens kommen wir auf diesen Gegenstand weiter unten bei Beschreibung der Eisenbahnwagen zurück. Wir bemerken hier nur noch in Beziehung auf diesen Gegenstand, daß eine mehr elastische Construction der Eisenbahnwagen, bei denen die Achsen hinreichenden Spielraum haben, um in den Curven ohne Hinderniß sich bewegen zu können, sehr vortheilhaft sein würde; es sind verschiedene Vorschläge zu diesem Zwecke gemacht worden.

Wir erwähnen noch eines Vorschlages von dem schon erwähnten Engländer Cayley zur Verminderung der Wirkung eines plötzlichen Zusammenstoßens verschiedener Eisenbahnzüge. Die Vorrichtung besteht in einem sehr großen Puffer, der vorn an jeder Locomotive befestigt worden ist und aus einer großen Reihe von Kissen oder Matratzen besteht, die mit elastischen Substanzen gehörig ausgestopft sind. Ein anderer Vorschlag besteht in luftdichten Cylindern und Kolben, die an demjenigen Theile der Maschine be-

festigt sind, an denen jetzt die Puffer sitzen, indem die elastische Eigenschaft der Luft die Wirkung des Stoßes schwächen würde. Noch ein anderer Vorschlag besteht in einem starken Flügel, der mit Wolle, Baumwolle, Kautschuk oder irgend einer andern elastischen Substanz ausgestopft ist, und der sich sowohl vor, als hinter dem Zuge bewegt.

Spurweite (gauge, gage).

Diese Benennung bezeichnet die Entfernung zwischen den beiden innersten, obersten Kanten der Eisenbahnschienen.

Die erste Anwendung der Eisenbahnen in den Kohlenminen, in einem sehr gebirgigen Theile Englands, wo der Raum für jede Communication, wenn man dabei keinen besonderen Kostenaufwand machen wollte, sehr beengt war, sowie die beschränkte Benutzung dieser Bahnen, begründet auf die, damals allein bekannte, geringe Kraft von Menschen oder Pferden, machten es nothwendig, die zu transportirende Last in möglichst kleine Theile zu vertheilen.

Hieraus entstand die kleine, für den oben ausgesprochenen Zweck aber hinreichende Form der Wagen, und aus Allem endlich eine Spurweite von 3 Fuß bis 3 Fuß 6 Zoll für die Eisenbahnen, welche daher schmäler als die Spur der gewöhnlichen Landstraßen waren. Mit der Einführuug von Dampfwagen als Zugkraft zum Transport von Personen und Gütern auf Eisenbahnen mußte sich natürlich der ganze Bau der Bahnen nach denselben richten.

Die von G. Stephenson in England, als dem Erbauer der damals für die Stockton-Darlington-Eisenbahn construirten Dampfmaschinen, aufgestellten Grundsätze beschränkten sich auf eine Spurweite von 4 Fuß 8½ Zoll, welches die gewöhnliche

Weite der Wagenspur auf Landstraßen war, wodurch dieselbe also nur 1 Fuß $2\frac{1}{2}$ Zoll bis 1 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll weiter, als die für diesen Zweck bei den Eisenbahnen in den Collieries angenommene gewöhnliche Spurweite wurde.

Der für die Liverpool- und Manchester-Eisenbahn im Jahr 1830 construirte, zu jener Zeit als vollkommen betrachtete Dampfwagen, Rocket, gab dem Eisenbahnsysteme hohe Wichtigkeit. Der Erfolg, sowie das Verdienst der ausgezeichneten Ingenieurs und Maschinisten G. und R. Stephenson, der Erbauer des genannten Dampfwagens, machten es sehr natürlich, daß die Anstalt der genannten Ingenieurs die meisten Locomotiven für Eisenbahnen in England, namentlich aber für auswärtige Bahnen, zu verfertigen erhielt und sehr bald eine der bedeutendsten und vollkommensten Werkstätten dafür errichtet hatte.

Wie indessen das Neue selten gleich bei seinem Entstehen ganz vollkommen ist, so war es auch mit den Dampfwagen. Sowohl die genannten, als alle übrigen Maschinisten Englands fanden hinreichend Gelegenheit, sie zu verbessern, wodurch endlich die gegenwärtige, mehr vervollkommnete Constructionsweise erlangt wurde. Man behielt jedoch die Spur von 4 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll bei, obgleich mehrere Maschinisten, namentlich R. Stephenson u. Comp., eine wesentliche Aenderung unternahmen, aus welcher die Nothwendigkeit eines größeren Raumes für den Körper des Dampfwagens und folglich einer größeren Spurweite hervorging.

Ob nun die getroffenen Einrichtungen zur fabrikmäßigen Construction von Dampfwagen für die übliche schmale Spurweite, oder die wirkliche Erkenntniß, daß eine breitere Spurweite, als die bisher angewendete von 4 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll, unnöthig oder selbst

nachtheilig auf die Construction der Locomotiven und den Erfolg der Eisenbahnen im Allgemeinen wirken würde, oder endlich, ob eine beabsichtigte Consequenz in den früher aufgestellten Principien über die Construction von Eisenbahnen und Dampfwagen daran schuld waren, daß die Annahme einer Spurweite von 6' und darüber widerrathen wurde, steht dahin. Gewiß ist es aber, daß R. Stephenson mehrfach erklärt hat, bei der ersten Introduction von Eisenbahnen in einem Lande immer eine Spurweite von 5' und auch 5' 3'' als räthlich anzunehmen sei, um mehr Raum für die Construction der Maschinen zu gewinnen; ein Ausspruch, der umsomehr Berücksichtigung verdient, jemehr der wirklich practische Eisenbahn-Ingenieur, der gleichzeitig Dampfwagen-Constructeur ist, am Geeignetsten erscheint, Fragen der Art zu entscheiden.

Der natürliche Wunsch deutscher Eisenbahngesellschaften, die Erfahrungen Englands in der Construction von Eisenbahnen zu benutzen, war wohl die Hauptveranlassung dazu, daß man die Liverpool-Manchester-Bahn, als die älteste englische Haupteisenbahn, wo so bedeutende Capitalien zu Versuchen verwendet worden waren, als Muster annahm, und die schmale Spur derselben anwendete. Nur im Großherzogthum Baden, für die Bahn von Mannheim nach Basel, erkannte man den Werth einer weiten Spur und nahm 6' dafür an, und auch Rußland that ein Gleiches für alle seine Bahnen. In Amerika wurde hingegen die schmale Spur von 4' 8½'', oder doch nur mit sehr geringem Unterschiede, angewendet, weil alle Dampfwagen früher aus England durch schriftliche Aufträge bezogen werden müssen, indem die von den Eisenbahngesellschaften zur Eröffnung der Bahn bestimmte, oft sehr kurze, Zeit

und die weite Entfernung von England viele Präliminarien zweckwidrig erscheinen ließ.

Ueberdies waren die Ingenieurs zu sehr mit der möglichst schnellen Vollendung der Bahn beschäftigt, um der Lieferung der Dampfwagen aus England mehr Aufmerksamkeit widmen zu können. Es war daher bei der großen Anzahl von Aufträgen für Dampfwagen nicht selten, daß die Bahnen längst vor der Ankunft der Locomotiven vollendet waren, und daß man sie, wo es die Lage und die Verhältnisse der Bahn gestatteten, anfänglich mit Pferdekraft benutzen mußte.

Die später in Amerika sich bildenden Dampfwagen-Fabriken erkannten allerdings zwar den Nachtheil eines schmalen Geleises an, waren jedoch bei den vielen und ausgedehnten, schon bestehenden Eisenbahnen, oder durch die Aufträge zu neuen, zum Anschluß an die vorigen bestimmten Bahnen genöthiget, dieselbe Spurweite zum Grunde zu legen. Die New-Orleans- und Nashville-Eisenbahn, 360 Meilen lang, nahm indeß, als eine selbstständige Bahn, eine breite Spur von 6' an.

Um jedoch mit der gegebenen schmalen Spurweite den größtmöglichsten Effect zu erlangen, änderten später die meisten amerikanischen Maschinisten die Constructionsweise gänzlich, vorzugsweise aber W. Norris in Philadelphia, M. W. Baldwin in Philadelphia, noch mehr aber Mos. Ph. Davis und Gärtner und derrn Nachfolger R. Gillingham und Winans in Baltimore.

Wenn hoffentlich durch Vorstehendes der Schein der Parteilichkeit entfernt worden ist, läßt sich als gewiß aufstellen, daß die angeführten Umstände und das Verfahren einzelner, wenngleich talentvoller, englischer Ingenieurs und Erbauer der ersten, damals zweckmäßigen Dampfwagen, nicht zu der Behauptung

berechtigen, daß überall eine breitere Spurweite nicht in Erwägung gezogen und vielleicht zweckmäßiger sein dürfte, daß selbst, wenn letzteres bewiesen, dieselbe nicht angewendet werden sollte.

Von dieser Ansicht durchdrungen, trat in England, dem europäischen Mutterlande der Eisenbahnen, der scharfsinnige und höchst einsichtsvolle Ingenieur J. K. Brunel, gestützt auf die gewonnene Ueberzeugung und das Urtheil vieler ausgezeichneten Eisenbahn-Ingenieurs, erfahrener Maschinisten und Dampfmaschinenerbauer, als der Erste gegen den gleichsam eingewurzelten, herkömmlichen Gebrauch des Eisenbahnsystems von ganz England auf und schlug der ihm zum Ober-Ingenieur erwählenden Great-Western-Eisenbahngesellschaft, außer der ununterbrochenen Unterstützung der Schienen, eine Spurweite von 7 Fuß vor.

Als in vielen Theilen von England dieser Vorschlag, gleichsam als eine neue Epoche im Eisenbahnwesen, allgemeines Aufsehen erregte und vielfache Anhänger und Vertheidiger fand, war die London-Birmingham-Bahn bereits soweit vorgeschritten, daß eine breitere Spur, als die der damit zu verbindenden Liverpool-Manchester- und Grand-Junction-Bahn, nicht mehr angenommen werden konnte. Der zum Theil aus diesem Vorschlage erwachsende Mehrbetrag in dem erforderlichen Anlagecapital der Great-Western-Bahn war sehr bedeutend; dessenungeachtet nahm die Direction jene Vorschläge und mit ihnen die breite Spur an. Dieser Umstand dürfte einigen Einfluß bei der Beurtheilung dieses Gegenstandes äußern, da sich nicht erwarten läßt, daß eine Eisenbahngesellschaft eines so bedeutenden Werkes, als das der Great-Western-Bahn, in einem Lande, wie England, wo viele große Bahnen seit Jahren bestehen, von der früheren Constructionsweise so bedeu-

tend abweichen und sich einer mächtigen Meinungs-opposition als Privatunternehmer entgegenstellen würde, ohne von der evidenten Zweckmäßigkeit der genauen Construction überzeugt zu sein.

Frankreich, diesem Gegenstande gleiche Aufmerksamkeit widmend, beabsichtigt, nach öffentlichen Mittheilungen, den Erfolg der Great-Western-Bahn abzuwarten, und darnach die Spurweite für sein großartiges Eisenbahnnetz zu bestimmen.

Die Nothwendigkeit einer breiteren Spurweite geht aus Folgendem hervor: Eine der wichtigsten Anforderungen an eine Eisenbahn ist die Erlangung der Geschwindigkeit, verbunden mit der wünschenswerthen Sicherheit und mit Rücksicht auf Bequemlichkeit der Passagiere.

Dies wird durch kräftige Dampfwagen erlangt, welche eine größere Fläche, als bisher, für ihre Anlage erfordern, also auch eine breitere Spur in Anspruch nehmen, damit man, ohne dadurch ihre Schwere bedeutend zu vermehren, oder ihre Gestalt unförmlich zu machen, den Schwerpunct derselben niedriger legen und dadurch für das Ganze mehr Stätigkeit und Sicherheit in der Bewegung erreichen könne. Nach der zweckmäßigen Construction der Dampfwagen, die noch immer einer Vervollkommnung fähig sind und auch in der That sehr bedürfen, wie tägliche Beispiele und namentlich die Reparaturen der englischen Locomotiven darthun, wird sich daher größtentheils die Spurweite richten.

Einige der wesentlichsten, bei den gegenwärtig angewendeten Dampfwagen mit einer Spurweite von 4' 8½'' bestehenden Nachtheile beruhen auf folgenden zwei Puncten:

1) Auf der Dampferzeugungsvorrichtung. Bei den schmalspurigen Locomotiven kann der Dampfkessel nur klein sein, und es ist die heftige Aeußerung der

Hitze, welcher derselbe bei Erzeugung des Dampfes ausgesetzt ist, der daraus folgende Widerstand aller dieser Wirkung unterworfenen Theile und endlich die Ausdehnung der fest eingeschlossenenen Dampf- und Wassermasse, welche bald Risse und Sprünge im Kessel veranlaßt.

Dies kann nur durch eine Vergrößerung des Volumens des Feuers und der demselben ausgesetzten Kesselfläche vermindern werden, indem dadurch eine Verringerung der nachtheiligen Heftigkeit der Feuerung und eine mehr gleichförmige Aeußerung der Hitze auf den Dampfkessel bewirkt wird. Hieraus geht die Nothwendigkeit einer größeren Fläche für die Construction des Dampfkessels genügend hervor. Diese ist aber bei der bisher üblichen schmalen Spur von 4' 8½" schwierig und nur allein bei Benutzung der amerikanischen Locomotiven von W. Norris, einigermaßen auch bei denen vom M. W. Baldwin in Philadelphia, obgleich die ersten in vieler Hinsicht den Vorzug verdienen, wenn auch nicht in dem gewünschtem Maße, dennoch mehr als bei irgend einer anderen Constructionsweise, weniger nachtheilig.

2) Ein zweiter Nachtheil der Locomotiven für schmale Spurweiten beruht auf den, durch den Dampf in Bewegung gesetzten Theilen. Dieselben sind in Folge des ihnen vergönnten, nur geringen Raumes und nach dem Verhältniß der ganzen Maschine in vielen Theilen zu schwach, um bei der großen Schnelligkeit ihrer Bewegung, lange die nöthige Festigkeit zu behalten; so würden, z. B., größere Triebräder die Abnutzung und Beschädigung vieler Theile bedeutend verringern, ohne die geforderte Geschwindigkeit zu beschränken.

Von einem anderen Gesichtspuncte betrachtet, stellen sich folgende Gründe heraus:

Die schmale Spurweite von 4′ 8½″ läßt die Lagerung der zu transportirenden Güter, besonders voluminöser Gegenstände, zwischen den Rädern nicht zu, sondern macht eine Plattform von 6—8′ Breite über denselben nöthig. Hierdurch entsteht natürlich bei der viel kleineren Basis ein bedeutendes Schwanken, eine Vergrößerung der Seitenpressung und Seitenstöße, besonders bei stürmischem Wetter und noch mehr bei Krümmungen, welche dazu beitragen, die Reibung zu vermehren. Für eine Bahn, wo schwere oder voluminöse Gegenstände die Hauptfracht ausmachen, wird dies um so erheblicher, weil auch das Auf- und Abladen derselben, wegen der größeren Höhe der Plattform, sehr erschwert wird. Für die Passagiere kann die Erweiterung des Gleises nur zur größeren Bequemlichkeit und Annehmlichkeit in jeder Beziehung führen. Da endlich alle auf einer Eisenbahn sich gegen die Bewegung äußernden Widerstände durch die Reibung und Schwere entstehen, die sich in gerader Bahn, z. B., zwischen dem Radkranze und der Oberfläche der Schiene, zwischen den Achsen und ihren Lagern, und in den Krümmungen in der Reibung zwischen dem Spurkranze und der inneren Seite oder Backe der Schienen äußern, wird es einleuchtend, daß der Widerstand mit der Größe der Räder bei gleichen oder nur wenig vergrößerten Achsen sich bedeutend verringert. Wenn aber auch durch eine weitere Spur eine wesentliche Verstärkung der Achsen bedingt und in Hinsicht der Reibung kein gleichzeitiger Vortheil erlangt wird, so besteht dennoch ein sehr wesentlicher Gewinn in der größeren Sicherheit und Dauer der Wagen. Die durch die Annahme einer mehr als 4′ 8½″ breiten Spur entstehende Vergrößerung des Anlagecapitals für das Planum, Brücken- und Querstücke steht in keinem Verhältnisse zu den daraus erwachsenden Vortheilen.

Die ferneren Bemerkungen sind in dem Abschnitte über Wagen enthalten.

Nicht unbekannt mit den böswilligen Einwendungen der Vertheidiger der schmalen Spur, die es zuweilen vielleicht nur gerade deßhalb sind, weil die breite Spur nicht ihre Idee war, sowie von dem Grundsatze ausgehend, daß practische Erfahrungen allein den unbestreitbaren Werth der Sache begründen, wird es hinreichend sein, hier anzuführen, daß in England, nachdem die Great-Western-Bahn eröffnet worden, das dort angenommene breite Spursystem mehr und mehr allgemeine Anerkennung und Würdigung erlangt; wenngleich nicht in Abrede gestellt werden kann, daß bei diesem ersten großartigen Versuche sehr viele Mängel und Unvollkommenheiten, namentlich in der Construction der Maschine, sowie in den Rädern sämmtlicher Wagen, wenn ich den erhaltenen Mittheilungen darüber vertrauen darf, noch jetzt vorhanden sind, die künftig, mit den nunmehr gewonnenen Erfahrungen, das gewünschte und beste Resultat herbeiführen, und den verdienten Ruhm des so kenntnißreichen Ingenieurs J. K. Brunel noch mehr begründen werden. Auch in Rußland sind die mit der breiten Spur etablirten Bahnen in erfolgreichem Gange. Dasselbe ist, nach den erhaltenen Nachrichten, der Fall mit der New-Orleans- und Nashville-Railroad, soweit sie construirt ist.

Seit langer Zeit mit der Idee über den Vorzug einer breiten Spur auf Eisenbahnen beschäftigt, wurde Herr Zimpel, dessen Werk wir diese Notizen entnehmen, noch mehr darin bestärkt, als er im Jahre 1833 in Louisiana ersucht wurde, mein technisches Gutachten über eine neue Erfindung in der Construction von verschiedenen Gattungen von Eisenbahnwagen, sowohl für Personen als Fracht, und anderer Maschinentheile, sämmtlich für eine Spurweite von 8 Fuß berechnet, abzugeben, welches den

genannten Herrn veranlaßte, diesem Gegenstande die größte Aufmerksamkeit zu widmen.

Es dürfte hiernach, wenngleich die Dampfwagen von W. Norris in Philadelphia die erfolgreichsten Resultate liefern, dennoch für manche sich bildenden Eisenbahngesellschaften in einem Lande, wo das Eisenbahnnetz noch nicht etablirt oder in größerem Umfange begonnen worden ist, nicht ohne Bedeutung sein, diesen Gegenstand zu erwägen.

Spielraum im Gleise (play).

Die Entfernung zwischen den beiden Schienen muß immer $\frac{6}{8}''$ größer sein, als der Zwischenraum von der inneren Begränzung des Radkranzes des einen Rades zum andern, welches für jede Seite einen Spielraum von $\frac{3}{8}''$ erlaubt. Bei einem geringeren Spielraume wird die Reibung zu stark und der conisch geformte Uebergang vom Radreifen zum Spurkranze sehr bald abgenutzt.

Bei einer Erweiterung des Spielraumes hingegen schleudern die Wagen, namentlich bei einer großen Schnelligkeit zwischen den Schienenreihen hin und her, stören die Solidität der Bahn zugleich mit der ganzen Structur des Wagens und machen auch die Fahrt für die Passagiere sehr unangenehm. Viele Ingenieurs geben dennoch einen vollen Zoll Spielraum, was indessen jedenfalls, wenn anders die übrigen Arbeiten genau gemacht sind, zuviel ist.

Krümmungen oder Bogen einer Eisenbahn.

Um den Locomotiven und sonstigen Fuhrwerken auf den Eisenbahnen einen sicheren Gang zu gewähren, befinden sich an den, nach dem Wagenkörper hin

gerichteten Seiten der Radkränze, die sogenannten Spurkränze, welche, an den Schienenkanten hinstreichend, jede bedeutendere Seitenbewegung der Wagen hindern.

Diese, hauptsächlich der Sicherheit wegen, allen Eisenbahnwagen gegebene Construction beschränkt deren vortheilhafte Bewegung allein auf die gerade Linie. Jede Abweichung von der letzteren wird immer ein Schleifen beider Räder auf der äußeren, längeren Schiene und eine Seitenreibung des gegen dieselbe drückenden Spurkranzes des vorderen und des hinteren, jenen entgegengesetzten, Rades gegen die innere Schiene herbeiführen, und durch diese Vermehrung des Reibungscoefficienten den freieren Lauf der Wagen hemmen. Um diesen Uebelstand zu verringern, giebt man dem Radkranze eine conische Form, indem man denselben nach Außen hin, gewöhnlich um $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{7}$ der Breite des Radkranzes, verjüngt, wodurch es jedem an einer und derselben Achse befindlichen Räderpaare leichter gemacht wird, Bogen von verschiedenen Radien zu durchlaufen. Um ferner die aus der Centrifugalkraft resultirende Schleifung der Räder auf der äußeren Schiene zu mindern, wird dieselbe etwas höher gelegt, als die innere Schiene. Diese Höhen-Differenz findet man nach folgender Regel:

Man multiplicire das Quadrat der Geschwindigkeit pro Secunde in Fußen mit der Spurweite und dividire das Product durch die doppelte Geschwindigkeit eines fallenden Körpers in einer Secunde, multiplicirt mit dem Radius des Bogens in Fußen, so wird das Resultat die Höhendifferenz geben.

Es sei:

v = der Geschwindigkeit des Dampfwagens in Fußen pro Secunde;

b = der Spurweite;
m = der Geschwindigkeit eines fallenden Körpers in einer Secunde in Fußen;
r = dem Radius des Bogens der Bahn, berechnet nach dem Mittelpuncte der Schwerkraft des Dampfwagens;
x = der verlangten Erhöhung der äußeren Schiene gegen die inneren.

Es ist dann:

$$\frac{v^2 b}{2mr} = x$$

Nach de Pambour ist:

$$x = \frac{e\,v^2}{g\,m}\left\{2 - \frac{a\,D}{2\,(m + e)}\right\} - \frac{e\,D}{m + e}$$

wenn nämlich angenommen wird, daß
D = dem Durchmesser des Rades in Fußen,
r = dem Radius des Bogens in Fußen,
e = der halben Spurweite der Bahn in Fußen,
v = der mittleren Geschwindigkeit pro Secunde im Laufe der Wagen in Fußen,
g = der Geschwindigkeit eines fallenden Körpers in Fußen pro Secunde oder g = 32 Fuß,
$\frac{1}{a} = \frac{1}{7}$ oder der conischen Verjüngung des Rades,
x = der Erhöhung der äußeren Schiene über der inneren.

Folgende practische Tabelle, gleichfalls nach de Pambour, möge zur Erläuterung dienen:

Bezeichnung der Wagen und der Bahn.	Radius des Bogens in Fußen.	Nöthige Erhöhung der äußern Schienen in Zollen und die Geschwindigkeit der Bewegung in Meilen engl. pr. Stunde.		
		10 M.	20 M.	30 M.
Raddurchmesser = 3″	250′	1,14″	5,60″	12,99″
Spurweite der Bahn = 4,70′	500	0,57	2,83	6,56
Spielraum = 0,83″ 1′	1000	0,29	1,43	3,30
Conische Form	2000	0,15	0,71	1,65
des Radkranzes = ⅐ der	3000	0,10	0,47	1,10
Breite desselben	4000	0,07	0,36	0,83
	5000	0,06	0,28	0,66

Wenn nun gleich die Beachtung dieser Regeln theoretisch die Nachtheile ganz aufzuheben scheint, indem nämlich die Centrifugalkraft und der Widerstand durch die Schwere einander gegenseitig die Wage halten, so ist dies doch in der Praxis keinesweges der Fall, da der geringste Fehler in der Construction der Wagen, z. B., eine kleine Excentricität der Räder, ein Verbiegen der Achsen oder eine ganz unvermeidliche unregelmäßige Vertheilung der Ladung, namentlich bei Personenwagen, ferner die Einwirkung des Windes bei einer großen Geschwindigkeit dazu beitragen werden, die Wagen mehr oder weniger seitwärts zu drücken oder aus dem Cours zu treiben, wodurch die oben erwähnte Seitenreibung des Spurkranzes gegen die Schienen unvermeidlich veranlaßt wird. Dieser Uebelstand tritt bei'm Ansteigen der Bahn unter irgend einem Neigungsverhältnisse um so nachtheiliger gegen die Dampfwagen in Wirkung, jemehr dieselben dort ohnehin schon Widerstände, namentlich den der Reibung und der Schwerkraft, zu bekämpfen haben. Bei'm Absteigen hingegen ist, nach Obigem, bei jeder Abweichung von der geraden Richtung, namentlich bei'm schnellen Hinabgehen, die Gefahr des Ablaufens der Wagen aus der Bahn unverkennbar.

Zu den schädlichen Einwirkungen der Bogen auf die Solidität der Wagen ist besonders die schnelle Abnutzung des conischen Ueberganges vom Radkranze zum Spurkranze und des letzteren selbst zu rechnen, welche sehr bald die Ergänzung der sehr kostspieligen Radreifen nothwendig macht.

Jemehr sich die Curve der Bahntrace schwingt, also je kleiner der Radius des Bogens wird, um so nachtheiliger wird der Einfluß desselben auf die Wagen, und man kann füglich annehmen, daß bei Bogen von weniger als 2000 Fuß Radius, nament-

lich bei stärkeren Steigungen, diese Nachtheile in volle Wirksamkeit treten, wenngleich auf vielen Bahnen verschiedener Länder Bogen von bedeutend kleineren Radien mit ganz gewöhnlichen Schienen construirt worden sind.

Bei der Construction verschiedener Eisenbahnen, von denen einige in einer Ausdehnung von ungefähr 5 Meilen die Straßen der Stadt New-Orleans verfolgten, war man, der Straßenecken wegen, genöthigt, für die Locomotiven Bogen bis zu 156 Fuß Radius und, bei Eisenbahnen für die Anwendung von Pferden, Bogen sogar bis zu 90 Fuß Radius herab, zu etabliren.

Dies führte die Erfindung der nachstehend beschriebenen gußeisernen Schienen herbei, welche für alle kleinen Bogen anwendbar sind und allen Erwartungen entsprochen haben. Die Locomotiven haben die mit diesen Schienen belegten Bahnen während drei Jahren täglich im Durchschnitte 15—20 Mal, oft mit 10—12 angehängten, meist 2 Etagen hohen Personenwagen, welche oft zusammen 200 Personen führten, durchlaufen, und Pferde-Omnibus-Eisenbahnwagen von 2 Etagen, oft mit 40 — 60 Personen belastet, haben dieselben Bahnen 50—90 Mal täglich passirt, ohne einen erheblichen Nachtheil erlitten zu haben. Diese Bogenbahnen waren aus Schienen construirt, welche nach dem Radius der Curven gegossen wurden. Die Schienen waren durch Nägel von 6 Zoll Länge, deren Köpfe in dieselben, wie bei den Flachschienen, eingelassen wurden, befestigt, auf einer starken Unterlage ist eine dünne Holzplatte zwischen Schiene und Stein zu legen, wie dies schon früher erörtert worden ist.

Der Einwand der Zerbrechlichkeit, den man den gegossenen Schienen machen könnte, ist durch ihre Dimensionen vollkommen beseitigt, besonders wenn

sie, wie es immer der Fall sein sollte, eine solide, ununterbrochene Unterstützung haben, in welchem Falle ihre Länge bis zu 12 Fuß betragen kann. Dagegen giebt den gegossenen Schienen die größere Billigkeit einen entschiedenen Vorzug vor den gewalzten, indem bei diesen die Anwendung einer Leitschiene auf der inneren Seite nothwendig wird, und das Biegen der gewalzten Schienen nach dem verlangten Radius sehr kostspielig und zeitraubend ist.

Der unbedeutende, sich vielleicht in der Rinne ansetzende Schmutz wird leicht von selbst durch die Wasserabzugsrinnen n ablaufen. Ohnehin wird der Spurkranz diese Unreinigkeiten zur Seite drücken, welche übrigens bei gehöriger Bahnpolizei gar nicht, oder wenigstens in der Rinne nicht sehr viel mehr stattfinden werden, als in der ganzen Bahn.

Es dürfte hiernach die Anwendung von gußeisernen Schienen von geeigneter Form, namentlich auch für gerade Linien und Hauptbahnen, gerechtfertigt erscheinen, da die Abnutzung derselben nach mehreren Jahren geringer, als bei den gewalzten oder wenigstens durchaus nicht größer, als bei letzteren gefunden und die dabei stattfindende Friction gegen die bei gewalzten Schienen keineswegs vergrößert wurde.

Ungeachtet der höchst ungünstigen Lage dieser Bogen, da dieselben, abstrahirt von dem kleinen Radius, mit dem Niveau der zum Theil ungepflasterten, aus dem schwersten Lehmboden bestehenden Straßen von New-Orleans correspondiren mußten, und daher nicht gehörig trocken erhalten werden konnten, ist dennoch niemals eine Schiene zerbrochen, obgleich dieselben von viel geringerer Stärke waren, als in den Figuren angegeben worden ist. Doch muß hier bemerkt werden, daß sowohl der Guß, wie das Eisen selbst von ausgezeichneter Beschaffenheit waren.

Es ist in neueren Zeiten in England die Idee entstanden, daß geschmiedete Radreifen auch gewalzte Schienen erfordern, um die größtmöglichste Wirkung des Dampfwagens zu erlangen. Wenn sich dies aber auch wirklich bei verschiedener Qualität des Eisens im Guß bestätigen sollte, so dürften nach den angeführten Erfahrungen in vielen Fällen und namentlich bei der Anlage von Krümmungen gußeiserne Schienen vorzuziehen oder doch mindestens anwendbar sein.

Die verschiedenen Lagen, in welchen sich die Curve befinden kann, stellen auch verschiedene Bedingnisse für die Construction derselben heraus. Es können nämlich diese Bogen in der Horizontale oder geneigt liegen, und in beiden Fällen fragt es sich, nach welcher Seite der Bogen sich wendet. Daraus entstehen nun folgende Formen:

Ausweichestellen.

Da bei dem Gebrauche einer Eisenbahn nicht allein der Fall eintreten kann, daß sich zwei Wagenzüge begegnen, also der eine dem andern ausweichen, sondern da auch wohl ein Zug den anderen überholen muß, und endlich ein Theil der Bahn durch Umstände unbrauchbar gemacht sein könnte, so müssen Vorrichtungen vorhanden sein, gewisse Stücke der Bahn zu umgehen, oder dort, wo zwei Bahnlinien neben einander liegen, die Wagen von einer auf die andere versetzen zu können.

Zu diesem Zwecke werden auf der ganzen Bahnlinie an verschiedenen Orten die sogenannten Ausweichestellen angebracht. Ihre Länge, Ausdehnung und Zahl richtet sich bei einer Bahn ganz nach örtlichen Verhältnissen und dem Zwecke der Bahn selbst.

Bei Bahnen mit bedeutendem Verkehr, wenn auf denselben nur ein Geleise etablirt wurde, rechnet man bei den Anschlägen für die gesammte Länge der Ausweichestellen gewöhnlich $\frac{1}{6}$ der ganzen Länge der Hauptbahn hinzu. Die Länge jeder einzelnen, als gerade, selbstständige Linie, also nach Abzug des Weges zu ihnen hin oder von ihnen aus, nach der Hauptbahn, sollte, wo es zulässig ist, wenigstens die doppelte Länge des größten auf der Hauptbahn zu erwartenden Wagenzuges, also etwa 5—600 Fuß haben. Man muß sie von jeder Seite her, auf einige Entfernung sehen und leicht zu denselben gelangen können, weßhalb sie, wo möglich, immer in einer vollkommenen, oder doch nahe horizontalen Ebene liegen müssen, weil jede, auch noch so unbedeutende Unebenheit oder Unregelmäßigkeit leicht störend auf die Sicherheit des Wagenzuges einwirken kann. Ebenso ist es nöthig, bei der Etablirung einer Bahn darauf Rücksicht zu nehmen, daß im Bereiche der ganzen Ausweichestellen die Schienen der Hauptbahn stets eine gerade und ununterbrochene Richtung behalten, damit die Hauptzüge ungehindert diese Stellen passiren können, während die ausweichenden Wagenzüge seitwärts ausbiegen und durch die Ausweichestellen gehen.

Um diese Ausweichungen oder Seitenbahnen mit der Hauptbahn, oder überhaupt dort, wo zwei Bahnen nebeneinanderlaufen, eine Bahn mit der anderen zu verbinden, sind Vorkehrungen (**switches or sleighs and crossing plates**) nöthig, die auf vielerlei Arten construirt werden.

Diese Versetzschienen, Leitzungen (switches) machen einen wesentlichen Theil einer Bahn aus. Ihr Haupterforderniß ist, den Winkel, den sie mit der Hauptbahn bilden, möglichst zu verkleinern, und dadurch die Wagen auf denselben ebenso sicher, wie

auf einer geraden Linie in der gewünschten Richtung fortzuführen.

Diese Versetzschienen schließen sich einerseits an die Hauptbahn, andererseits aber an die Uebergangsbahnen an. Letztere bilden flache Curven, welche, aus der Hauptbahn abgehend, nach der Nebenbahn sich hinüberziehen, indem sie mit kleinen Bogenstücken in beide übergehen, und eine vollständige Ausweichung besteht aus zwei solchen Curven (nämlich an jedem Ende derselben, wo sie sich mit der geraden Bahn vereinigt, eine), und aus der, zwischen beiden liegenden Linie.

Die Schienen der geraden Richtung müssen Tangenten an die ableitenden Bahn-Curven (Uebergangs-Curven) sein und der Winkel da, wo die Versetzschienen aus der Hauptbahn gehen, bei einer Spurweite von 4′ 8½″ bis 5′ nicht viel über 7° sein, während der Radius der Uebergangs-Curven, bei Anwendung von sleighs oder beweglichen Schienen, eine Länge von 4—500′ erhalten kann.

Nachstehende Tabelle giebt verschiedene Verhältnisse, die für dergleichen Ausweichestellen vorzüglich passend sind, an.

Radius des Bogens der ableitenden Bahn	Länge d. in d. Haupt- od. gerad. Bahnlinie angebrachten bewegl. Schienen	Abweichung am Ende dieser Schienen in Decimaltheilen eines Fußes	Winkel a. Kreuzpuncte und Länge des Bogens an jedem Ende der Ableitung in Fußen.	Fuß gerade Linie in der Mitte zwischen den beiden Endbogen	Länge der abweichenden Bahn in Fußen
Fuß.	Fuß.		Fuß.		
310	15,7	0,36	7°37,78	40	115
350	16	0,36	7. 42'65	35	120
400	17	0,36	7. 48'75	30	128
410,28	17	0,36	7. 50'80	30	129,6
450	18	0,36	7. 54'84	30	133
500	19	0,36	7. 60'93	30	139
550	20	0,36	7. 67'103	30	145

Bei einer über 5' betragenden Spurweite, z. B., bei 6' oder darüber, und einem verhältnißmäßigen Raume zwischen beiden Bahnen, müssen die oben angegebenen Zahlen verhältnißmäßig geändert werden.

Fig. 39 zeigt die Lage zweier Bahnen **AB** und **CD** mit ihrer gegenseitigen Verbindung, oder die Hauptbahn **AB** mit der Ausweichung **abcd**. Der Raum zwischen beiden Bahnen ist, wie schon früher erwähnt, um einen Fuß größer, als die Spurbreite der Bahn selbst angenommen.

Für Ausweichestellen bei Hauptbahnen dürften nun folgende drei Methoden anwendbar sein.

Fig. 40 zeigt eine Ausweichung aus der Hauptbahn **A B** in der Richtung zur Rechten, wobei **a b** und **c d** die Schienen der Uebergangsbahnen sind, und Fig. 41 giebt eine eben solche Ausweichung aus der Hauptbahn **A B**, von **B** kommend, nach Links hin, wobei wieder **ab** und **cd** die Schienen der Uebergangsbahn, **ef** und **gh** aber die der Hauptbahn sind.

Die einfachste Weise, den Uebergang aus der Hauptbahn in die Nebenbahn zu bewirken, ist in Folgendem, nach Fig. 40 dargestellt.

Die Schienen **ef** und **gh** der Hauptbahn, und **ab** und **cd** der Uebergangsbahn sind wie gewöhnlich befestigt. Die Entfernung der beiden Schienen **ab** und **ef**, sowie **gh** und **cd**, erstere bei **ea** und letztere **gc** ist $1\frac{1}{2}''$, damit der Spurkranz der Wagen, wie, z. B., bei **a**, wenn er auf der geraden Linie der Hauptbahn **ef** fortlaufen soll, nicht gestört werde. Von der Hauptbahn **A B** sind die Schienen **ik** und **lm** in ihrer ganzen Länge von 15 Fuß durch die eisernen Querstangen **y** miteinander verbunden, und ihre Enden bei **k** und **m** mit denen der hier anstoßenden Schienen, wie gewöhnlich, in einem Stuhle befestigt. Jede der Schienen **ik** und **lm** ruht auf einer, aus einem Stücke bestehenden Unterlage $\alpha\beta$ von gegossenem Eisen, welche, wo möglich, die ganze Länge der Leitschiene haben muß, auf der sich letztere bewegen kann. Die an dieser Unterlage zu beiden Seiten angebrachten Schultern $\alpha\beta$ und $\alpha\beta$ bestimmen die größte mögliche Seitenbewegung der Schienen, vermittelst welcher die Enden **i** und **l** der Versetzschienen, und zwar **i** mit **e** oder **a**, und **l** mit **g** oder **c** in eine und dieselbe Linie gebracht werden können. Diese Unterlage wird möglichst solid auf Stein oder Holz befestigt.

In der vorliegenden Figur ist diese Leitzunge oder Versetzschiene nur mit einer Länge von 10 Fuß

gezeichnet; indessen ist es vortheilhafter, dieselbe 12 bis 13 Fuß lang zu haben, namentlich um die Enden der anstoßenden Schienen n und o bequemer aufzunehmen. Die Enden i und l'' müssen über das letzte Verbindungsstück der Unterlage hinausragen, um ungestört mit den Schienenenden c oder a, und g oder e correspondiren zu können.

Vermöge der Elasticität der 15 Fuß langen Schienen ik und lm und der nach Außen hin verlängerten Querstange z und mittelst eines Hebels wird es möglich, das Schienenpaar ik und lm so weit seitwärts zu biegen, als für den obengenannten Zweck nöthig ist.

Das Ende der Querstange z läuft in ein ähnliches Behältniß aus, als in Fig. 42 A dargestellt ist. Daselbst befindet sich der Hebel i, welcher, indem er sich um den Punct c dreht, die in d befestigte Querstange b mitnimmt und so das Schienenpaar ik und lm nach sich zieht, eine Rückung, die dadurch noch erleichtert wird, daß dies Schienenpaar um die Puncte k und m beweglich ist.

Für den Fall, daß aus einer Hauptbahn Versetzschienen zu einer doppelten Ausweichung nach Rechts und Links hinführten, so würde man die Anlage nach Fig. 43 machen müssen. In diesem Falle würden dann, statt zweier Schienen, wie in Fig. 40, deren drei vor der Versetzschiene liegen, und man würde, um aus dem Wechselpuncte der Hauptbahn in eine Ausweichung zur Rechten oder Linken zu gelangen, das Versetzschienenpaar ab und cd, das auf die vorbeschriebene Weise um b und d beweglich ist, so stellen müssen, daß die Versetzschiene a mit e, f oder g und die correspondirende Schiene c, im ersten Falle mit h, im zweiten mit i und im letzten mit k zusammentreffe. Die Schienen el, fm, gn, ho, ip und kq sind wie gewöhnlich befestigt.

Eine andere Art, die Leitung eines Wagenzuges aus der Hauptbahn in eine Abweichungsbahn zu bewirken, ist in Fig. 44 und 45 dargestellt, und zwar gilt 44 für den in Fig. 40 gezeigten Fall, und 45 für den in Fig. 41. Fig. 44 und 45 sind Grundpläne und Fig. 42, **A** ist das Profil dieser Ausweichungsmethode.

In Fig. 44 sind **rr** die Schienen der Hauptbahn, **d** die der Ausweichung, **s** die beweglichen Versetzschienen oder Zungen von geschmiedetem Eisen, correspondirend mit der Hauptbahn, **a** die solide Unterlage, in und auf welcher die beweglichen Versetzschienen oder Zungen sich bewegen, **b** die geschmiedeten Verbindungsstücke, von denen eines mit dem Hebel **i**, Fig. 42, **A** verbunden ist, um sie seitwärts zu schieben; **p** sind die Vereinigungspuncte der Schienen mit den Zungen, **w** das Gegengewicht, welches die Zungen stets in richtiger Lage für die Hauptbahn hält, **T** der eiserne Kasten, den Hebel und das Gewicht aufzunehmen, wenn die Zungen richtig für die Hauptbahn stehen, wo dann der Hebel die, durch die punctirte Linie gezeigte Stellung einnimmt. Das Profil der Schiene in Fig. 42, **A** zeigt die Lage der einzelnen Theile, wenn der Hebel in der Richtung **m** steht. Die Anwendung der so eben beschriebenen Vorrichtung, wobei angenommen ist, daß die leeren Wagenzüge, von **C** kommend, stets durch die Ausweichung zu gehen haben, während die belasteten immer auf der Hauptbahn bleiben, bedarf für den genannten Fall keiner ferneren Erläuterung.

Für die von **D** herkommenden Züge muß die Ausweichung durch den Hebel **i** eingestellt werden, wie die punctirte Lage desselben in Fig. 42 **A** zeigt, um **o** nach **q**, und **p** scharf gegen **t** zu bringen, und dadurch die Schienen für die Richtung der Hauptbahn herzustellen. Die von **D** herkommenden Wa-

genzüge allein durch die Seitenpressung des Spurkranzes der linken Wagenräder gegen die spitz zulaufende Zunge s, sodann diese gegen die Schienen rd und so β gegen t, und folglich wegen der Verbindung derselben durch b mit der Schiene s in der Richtung von o mit q zusammenzubringen, ist, obgleich zulässig, doch nicht anzurathen.

In diesem Falle würde das Gewicht w die ursprüngliche Lage der Schiene von selbst wieder herstellen, doch ist die Einstellung mittelst des Hebels durch den, bei jeder Ausweichung dieser Art ohnehin erforderlichen Bahnwärter immer vorzuziehen.

Fig. 42 A zeigt deutlich die Lage, um in Fig. 44 von C nach D und in Fig. 45 von M nach B zu gelangen. Durch das Gewicht w wird der Hebel i immer in derselben Richtung erhalten, wodurch die Schienen stets die Richtung der Hauptbahn, als die wichtigere, beibehalten. Um jede unberufene Verstellung der Versetzschienen zu verhüten, im Fall bei dieser Ausweichung kein Bahnwärter permanent angestellt werden sollte, wird es nöthig, den Hebel in einem Rahmen sich bewegen zu lassen, wie Fig. 42 B in einer obern Ansicht gibt. Dieser Rahmen hat an dem Puncte, wo der Hebel festgestellt werden soll, die eisernen Bolzen m und o, und diese können an dem, ihrem Kopfe entgegengesetzten Ende mit einem Vorlegeschlosse versehen und so jede Verrückung beseitigt werden.

Die Scheibe z, Fig. 42 A, dient zur deutlichen Erkennung der Stellung der Schienen und der Bahn.

An Orten, wo die Anbringung eines Hebels unzulässig ist, wird die Anwendung eines eisernen Kastens, jedoch mit folgender inneren Vorrichtung, empfehlungswürdig, siehe Fig. 46, wo b ebenfalls das von den Versetzschienen kommende Band ist. Dasselbe ist innerhalb des Kastens mittelst eines Char-

niers mit dem Arme a verbunden, der durch ein Charnier c und seinen Handgriff d die Verschiebung des Querstückes, entweder vermöge der Hand oder eines losen, eisernen Hebels, zuläßt.

Die mit a, an dessen Vereinigung mit b durch c, verbundene Feder wird die Stelle des Gewichts vertreten.

Der Theil f, g, h, i des Kastens ist permanent durch eine Platte verschlossen, woran mittelst zweier Charniere der zur Verschließung des Theiles k, l, i, f erforderliche Deckel befestigt ist.

Um das Auswärtsbiegen des Armes a zu verhindern und die äußersten Grenzen der nöthigen Seitenschiebung zu bestimmen, dient ein, den Arm a in seiner Dicke genau umfassender Einschnitt in der Platte pq. Die Fig. 46 zeigt die Stellung dieses Ausweicheapparates, um, nach Fig. 39, aus der Bahn EC, von E kommend, bei b rechts auszuweichen und bei a in die Bahn FA zu gelangen.

Die Stellung der Schienen in Fig. 45 ist daher für die von M herkommenden, dieselbe Richtung verfolgenden, also geradeaus gehenden Wagen berechnet.

Obgleich die Ausweichungs-Vorrichtung von Fig. 44 und 45 auf der London-Greenwich-Bahn angewandt wurde, so ist sie in ihrer Zweckmäßigkeit doch der amerikanischen, in Fig. 40 und 41 abgebildeten, nachzustellen, da die letztere einfacher und solider ist. Die zugespitzte Zunge der ersteren nutzt sich leichter ab und verfehlt ihren Zweck, sobald sie sich nicht genau an die Hauptschiene anschließt, welche zu diesem Behufe einen kleinen Ausschnitt von der Stärke der Zunge hat, um diese genau aufnehmen zu können und für die abweichenden Wagen keinen Vorsprung zu erzeugen.

Eine andere, noch empfehlungswerthere Methode ist die in Fig. 47 vorgestellte, wo die Versetzschienen

mit denen der Hauptbahn zugleich beweglich sind, wie a b und c d auf einer Seite, und e f und g h auf der andern Seite. Diese vier Schienen, von mindestens 15 Fuß Länge, indem eine geringere Länge dem Zwecke nicht entsprechen würde, formiren also zwei Paar von Schienen, die nicht allein unter sich durch die gemeinschaftlichen Stühle, in denen sie ruhen und in welchen sie mittelst eiserner Keile eingelassen, sondern auch noch durch besondere Querbolzen $\alpha \beta \gamma \delta$ zusammengehalten werden, außerdem aber auch noch in der ganzen Bahn untereinander durch geschmiedete Querstangen w, v, x, u, z verbunden sind und daher ein Ganzes bilden. Dieser ganze Körper läßt sich um die Enden d, b, f, h mittelst eines Hebels soviel bewegen, als nöthig ist, um c mit i und e mit k correspondiren zu machen, während, für die gewöhnlichen Fälle, die Enden a und i und k und g aufeinander treffen; i b, m k, p q und t u sind die permanenten Schienen der geraden Linie, n o und r s aber die Anfangsschienen der, von A aus betrachtet, links ableitenden Bahn.

Die Stühle unter den Enden b d, f m, f i und k stehen fest auf der Unterlage und bilden unmittelbar außerhalb derselben, nach A zu, den Drehpunct, während die übrigen Stühle der Abweichungsbahn, auf eisernen Unterlagen ruhend, ein festes Fundament haben und sich auf diesem beide zugleich seitwärts schieben lassen.

Fig. 48, 49 und 50 zeigen einige von den Stühlen sammt den darauf befindlichen beiden Schienen im Profil, und zwar Fig. 48 die Endschienen von c und a, oder e und g, Fig. 49 den mittelsten Stuhl, wo die Entfernung der beiden Schienen voneinander nur $1\frac{1}{2}$ Zoll ist, um den Spurkranz bequem durchzulassen, und Fig. 50 den am entgegengesetzten Ende, welcher die acht Enden n, d, p, b, r, f, t und

h der vier Schienenpaare umschließt und den eigentlichen Drehpunct bildet.

Alle diese Stühle schieben sich auf gegossenen Platten mit Schultern, welche die Grenzen der Seitenbewegung bestimmen, wie aus den Figuren ersichtlich ist, wo die Stellung der Schienen mit denen in Fig. 47 correspondirt. Wenn in letzterer, durch die Seitenschiebung, g mit k verbunden ist, wird in Figur 48 **a c** an **b d** sich anschließen. Die Schultern **b d** und **e f** bestimmen die Grenzen der Seitenbewegung. Die Entfernung zwischen **b** und **a** ist gleich der zwischen **c** und **a**, und **e** und **g** in Fig. 47. Fig. 51 ist der Grundplan von Fig. 49.

Die Verschiebung der Versetzschienen wird auf folgende sehr sinnreiche Art bewerkstelligt: Die Verbindungsstange **w**, Fig. 47, endigt sich ungefähr 5 Fuß zur Seite der Bahn in einem horizontalen Rechtecke Fig. 52 **B**, von 16 Zoll Länge und 8 Zoll Breite, und drückt dort mit ihrem sich ausbreitenden Ende **n** gegen den Ring **m**, in welchem sich ein anderer excentrischer Ring **p** bewegt, dessen verticale Achse **r** oberhalb um 3 Fuß verlängert ist und mittelst eines Querarmes **z** und eines Griffes **x**, Figur 52 **A**, gedreht werden kann.

Die Umdrehung des Ringes **p** wird nun so weit geschehen können, als nöthig ist, um den Punct **a** an **e** zu bringen, indem alsdann q die Stelle von **b** eingenommen und den Ring **m**, folglich auch das Stück **n** hinaus an **e** geschoben hat, welches dem Abstande der Schienen bei **c**, **a** und **e**, **g**, Fig. 47, gleich ist.

Die sämmtlichen Theile sind von geschmiedetem Eisen und durch den Deckel **x**, Fig. 52 **A**, bedeckt, um vor Unreinigkeit geschützt zu sein. Die weiß angestrichene, zirkelförmige Scheibe **v**, welche um einen Winkel von 90° beweglich ist, dient als Signal für

den Dampfwagen-Maschinisten, woraus er erkennt, in welcher Richtung sich die Schienen befinden, wie schon bei Fig. 44 angedeutet wurde.

Der Zweck der Ausweichung muß allemal bestimmen, für welchen Theil der Bahn die Seitendrehung bewirkt werden soll. In Fig. 41, z. B., würde die Maschine Fig. 52 bei **M** zu etabliren sein, weil die Schienen der geraden oder Hauptbahn keiner Verschiebung bedürfen, sondern die Anwendung derselben nur nöthig wird, um die Versetzschienen rechts hinüber von **M**, namentlich die Schiene **c** nach **i**, **e** nach **k** zu drücken, um die Wagenzüge auf der Bahn **i**, **c**, **d**, **n**, Fig. 47, fortzuführen, und nachdem sie ganz in die neue Bahnrichtung **n o** und **r s** eingetreten und diese beweglichen Schienen passirt sind, die Versetzschienen wieder links hinüber, oder nach der Vorrichtung zu, in ihre alte Lage zu führen und so die Passage wieder auf die Hauptbahn zu lenken.

Von den vielen angewendeten Methoden mögen nur noch folgende Erwähnung finden: Fig. 53 stellt zwei Bahnen und deren Verbindung miteinander vor. **a b**, **c d**, **e f**, **g h** sind die Schienen der beiden Bahnen **A** und **B**, **i k**, **l m**, **n o** und **p q** die Ausweichschienen auf der einen Seite der Hauptdrehung, **r s**, **t u**, **v w**, **x y** dieselben auf der anderen Seite, wie die Figur deutlich zeigt; $\alpha\,\beta$ und $\gamma\,\delta$ aber sind ein paar Schienen, deren jede ein Theil einer der beiden Hauptbahnen ist. Dieselben sind unter sich auf die Länge von 6 Fuß durch die drei Querstangen **a'** verbunden und bilden so ein Ganzes, welches sich um seinen Mittelpunct bewegt und auf diese Weise die Verbindung zwischen allen correspondirenden Schienen herstellt. Der Raum zwischen den beiden nebeneinander liegenden Bahnen muß auf der ganzen Länge

dieser Vorrichtung der Spurweite der Hauptbahn gleich sein.

Zu der Bewegung dieses Rahmens gehört der Hebel **b c**, welcher mit demselben verbunden ist. Um ihn in der ihm gegebenen, mit einem Zuge der Bahn correspondirenden Richtung fest zu halten, können entweder die beiden Endquerstangen **a'** nach entgegengesetzter Richtung über **M** und **N** hinausgeführt und dort auf eine der, bei Fig. 42 oder 43 beschriebenen, Arten durch Hebel eingestellt werden, oder die Bewegung von **b c** geschieht mit dem Fuße und wird durch Bolzen, welche in ein darunter angebrachtes, auf einen Stein oder Holz befestigtes Eisen tief genug hineinreichen, festgehalten.

Die Einstellung der Schienenpaare **C, D, E** und **F** geschieht ganz nach Fig. 40. Da, wo die Schienen sich kreuzen, siehe Fig. 42, legt man häufig eine gegossene Form nach Figur 54 und 55 (**crossing plate**) ein, deren aufrechtstehende Backen **m** und **n** das Ablaufen der Wagen auf diesen Stellen verhindern. Fig. 54 zeigt den Grundriß, wo auf die gegossene Platte das Stück **a, b, c**, aus geschmiedetem Eisen bestehend, aufgeschraubt ist. Die Köpfe der Schrauben sind natürlich eingelassen, **d, e, f** und **g** sind die Enden der Schienen, welche zur besseren Verbindung noch mit auf der Platte ruhen. Fig. 55 zeigt das Profil dieser Platte, wo **g** eine Verstärkungsrippe bildet. Das Ganze ist solid auf Holz oder noch besser auf Stein befestigt.

Obgleich diese Methode häufige Anwendung findet, so ist es doch viel zweckmäßiger, die Schiene selbst nach Fig. 56 in der gehörigen Richtung zusammenzuschweißen und an den Seiten andere Schienenstücke, wie in **p** und **q**, zu befestigen, um den oben beschriebenen Zweck zu erlangen.

Bei sehr unbedeutenden Zweigbahnen läßt man geschmiedete Zungen von etwa 3 Fuß Länge auf Holz befestigen, die man mit dem Fuße in die gewünschte Lage bringt, um ihren Zweck zu erfüllen. In den Kreuzungen legt man in diesem Falle entweder ein gegossenes kleines Vereinigungsstück ohne Backe an, oder schweißt auch blos die Schienen zusammen, sobald sie nicht gewöhnliche Flachschienen sind.

Drehscheiben.

Unter Drehscheibe, in Bezug auf Eisenbahnen, versteht man im Allgemeinen eine horizontale, kreisförmige Scheibe von Holz oder Eisen, welche sich um ihren Mittelpunct drehen läßt.

Auf dieser Scheibe sind Schienen befestigt, die in der Spurweite mit denjenigen Theilen der Bahn correspondiren, für welche sie benutzt werden sollen.

Sie vertreten gewissermaßen die Stelle der Ausweichungen und finden ihre Anwendung bei sehr beschränkten Räumen, gewöhnlich nur auf den Stationsplätzen und in Gebäuden, um unter einem beliebigen Winkel aus irgend einer Bahn in die andere darauf treffende zu gelangen. Wollte man für die Ausweichestellen bei den Hauptbahnen dergleichen Drehscheiben anwenden, so würden sie den schnellen Lauf der Wägen hemmen und die Passage unsicher machen. Der Durchmesser der Drehscheiben richtet sich allemal nach der Länge der darauf zu versetzenden Fahrzeuge, da es nöthig ist, daß ein solches, während des Umlaufes der Scheibe, ganz auf derselben stehe.

Für Dampfwagen von R. Stephenson und Comp. in England müssen die Drehscheiben mindestens 12 Fuß, und wenn der Munitionswagen zugleich mit der Locomotive fortbewegt werden soll,

24 Fuß im Durchmesser haben. Amerikanische Dampfwagen von W. Norris erfordern im ersten Falle nur 11 und im letzten 22 Fuß. Amerikanische Personen- und Frachtwagen, auf 8 Rädern ruhend, erfordern Scheiben von 24 bis 30 Fuß, gewöhnliche Personen- und Frachtwagen mit vier Rädern aber Scheiben von nur 11 Fuß Durchmesser.

Eine allen Zwecken entsprechende Construction solcher Drehscheiben stellt Fig. 57 vor, während Figur 58 deren nützliche Anwendung im Allgemeinen zeigt. In letztgenannter Figur sind a, b, n, o, und c, d, p, q die Schienen der Hauptbahn, aus welcher man mittelst der auf der Scheibe befestigten Schiene b, n, d, f, i und k, l in die Bahnen i k l m, r s t u, v w x y z und $\alpha \zeta \gamma \beta$ gelangen kann. Die auf der Scheibe punctirten Linien werden erklären, wie man durch die Umdrehung der Scheibe allein zum Zwecke gelangen kann. Ist, z. B., ein auf den Schienen b, n und d, p stehender Wagen auf die Bahn $\beta \gamma \zeta \alpha$ zu bringen, so ist die Scheibe so weit zu drehen, bis b an γ und d an α tritt, wodurch b n in die Verlängerung von β, und d p in die Verlängerung von $\alpha \zeta$ fällt. Wird die Scheibe dann in dieser zuletzt angenommenen Lage festgehalten, wie dies später gezeigt werden soll, so kann der Wagen ohne Weiteres auf der Bahn $\beta \gamma \zeta \alpha$ fortbewegt werden. Dies Festhalten wird nach Fig. 57 mittelst der Klammer a bewirkt, welche in Fig. 59 im Profil gezeichnet ist. Bei b ist diese Klammer im Charnier auf und ab beweglich und hat am entgegengesetzten Ende einen Ansatz c, welcher während der Drehung der Scheibe auf dem Ringstücke d so lange fortschleift, bis er den passenden Einschnitt erreicht, sich in demselben feststellt und die Fortbewegung der Scheibe hindert. Diese Stellung der Drehscheibe wird daher von dem Zusammentreffen der auf

der Scheibe befindlichen Bahn mit der außerhalb liegenden bedingt.

Die Zahl der anzulegenden Ringstücke d hängt von den durch die Scheibe miteinander zu verbindenden Bahnen ab, da für jede Bahn deren zwei nöthig werden, um die Stellung der Scheibe unverrückbar zu machen, und zwei Krampen α hierzu hinreichend sind. Eine andere Gestalt solcher Krampen ist aus Fig. 59 zur Rechten ersichtlich.

Der eigentliche Körper der Drehscheibe besteht aus dem auf Stein oder Holz solid befestigten Centrumstücke α, Fig. 60, welches in Fig. 61 im Grundrisse dargestellt ist. In dessen Mitte, auf der Schulter **b**, ruht ein Ring, von welchem 12 eiserne Arme ausgehen, die ihre Endbefestigungen in den eisernen Reifen **d** und **e** haben und gleichzeitig die Achsen von 12 Rädern, deren jedes 6 Zoll im Durchmesser hat, bilden.

Die letztgenannten Räder laufen auf einer kreisförmigen Schiene **m**, Fig. 62, welche durch 12 Stühle **g** getragen wird, die auf einer sehr soliden Unterlage ruhen. Der Mittelstuhl **a**, Fig. 60, nimmt in seiner runden Oeffnung im Centrum den Cylinder **h** auf, und dieser trägt, vermittelst seines Ansatzes bei **i**, die hölzerne Plattform, welche die Decke der Scheibe bildet, durch den eisernen Ring **l** zusammengehalten wird und die Schiene **k**, Fig. 62, trägt. Unter der Plattform ist ein Ring **x**, Fig. 60 und 62, befestigt, welcher auf den 12 kleinen Rädern ruht. Die Umdrehung geschieht daher mittelst des Centrumstückes **h** und wird durch die 12 Rollen erleichtert.

Der diese Maschine aufnehmende Raum muß entweder ausgemauert oder doch mindestens mit Holz bekleidet werden, um die Maschinentheile frei von Erde oder Schmutz zu erhalten. Fig. 63 stellt die ganze Scheibe im Profil dar.

Signale.

Die häufigen Unglücksfälle auf Eisenbahnen haben zum großen Theil ihren Grund darin, daß der Dampfwagen-Ingenieur nicht frühe genug von der ihm drohenden Gefahr in Kenntniß gesetzt wurde. Es würde daher zweckmäßig sein, an den höchsten oder sonst besonders ausgezeichneten Plätzen Stangen oder Masten von 60 bis 70 Fuß Höhe zu errichten, und an diesen Flaggen von verschiedener Farbe aufzuziehen, welches durch die Bahnwärter geschehen könnte.

Auf diese Weise kann Alles, was auf der Bahn vorgeht, selbst auf große Entfernungen, in sehr kurzer Zeit bis zum nächsten Stationsorte telegraphirt werden. Eine tragbare Stange der Art sollte zur Hand sein, um sie bei schadhaften Stellen aufsetzen zu können.

In der Nacht können diese Signale durch Lampen, deren helles Licht durch Gläser von verschiedenen Farben verändert wird, und bei sehr nebligem Wetter durch Glocken gegeben werden.

Abtheilungszeichen.

Zur leichteren Controle und größeren Regelmäßigkeit des Dienstes auf der Bahn, endlich aber auch zur Annehmlichkeit der Reisenden, sollen die Längenmaße der Bahn von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ Meile durch Steine oder Pfähle, die auf dem Banquet der Bahn etablirt werden, und an denen mit Oelfarbe die Entfernungen bemerkt sind, angezeigt werden.

Einfriedigung der Bahn.

Obschon es allgemein anerkannt ist, daß es, bei der großen Geschwindigkeit der Wagen auf den Bahnen, zweckmäßiger, für die Benutzung derselben sowohl, als für die Sicherheit des Publicums, ist, dieselbe soviel, als möglich, dem Zutritte von Menschen

und Vieh zu entziehen, so hat dies in Amerika aus mehrfachen Gründen nicht so ernstlich befolgt werden können, hauptsächlich, weil die Masse von Bahnen, namentlich in den Gebirgsgegenden, zu groß ist, und weil die Nationalität des Amerikaners, der Alles sehen und kennen lernen will und sich deshalb gern frei bewegt, es weniger zuließ. Die Gesetze darüber sind indeß verschieden in den verschiedenen Staaten, am Strengsten in Massachusets. In England sind die betreffenden Gesetze noch strenger, weshalb es dort leichter ist, jede Verunreinigung oder muthwilligen Verderb der Bahn, wodurch die Sicherheit des Transportes gefährdet werden könnte, zu verhüten. Die außerdem stattfindende strenge und unausgesetzte Bewachung der ganzen Bahn ersetzt noch, was die Umgehung, selbst der strengsten Gesetze, mangelhaft läßt.

In der Nähe von bewohnten Orten, großen Städten und Kreuzungen mit öffentlichen Landstraßen wird ein vollkommener Abschluß der Bahn um so wesentlicher, je mehr dieselbe hier der Gefahr, betreten zu werden, ausgesetzt ist. Die die Bahn kreuzenden Wege sind von der Bahnlinie durch doppelte Barrieren — Drehthore — geschieden, welche sich immer nach der Landstraße hin öffnen müssen, um durch dieselben die Bahn auf beiden Seiten vom Wege geschlossen zu haben.

Das Oeffnen und Schließen dieser Thore muß durch besondere Bahnwärter geschehen, die dann gleichzeitig diesen Theil der Bahn rein zu halten haben. Bei Feldwegen wendet man eigene Barrièren an, die von den Führern der diese Feldwege passirenden Wagen geöffnet werden und sich dann von selbst wieder schließen. Die allgemeine Absonderung der Bahn geschieht meist durch die tiefen Einschnitte oder höhere Auffüllung, sonst durch lebende Hecken, Mauern oder Zäune.

Die Etablirung der Linie für eine Eisenbahn.

Da der Werth einer Eisenbahn hauptsächlich von ihrer ersten Etablirung abhängt, so muß auf diese natürlich die größte Sorgfalt verwendet werden, und es ist dieser Zweig die wichtigste von allen Leistungen eines Eisenbahn-Ingenieurs, da sie Gewandtheit, Talent, Ueberblick, Erfahrung und volle, ungetheilte Sachkenntniß aller Arbeitsbranchen auf das Ausgedehnteste in Anspruch nimmt.

Es finden sich bei der Auswahl einer Eisenbahnlinie folgende Puncte, deren Beachtung die Bestimmung der einen oder der andern Richtung motiviren muß:

1) Der Zweck der Bahn.

2) Die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse derselben.

3) Die Richtung der Bahn nach pecuniären Interessen und der geographischen und physischen Beschaffenheit des Landes.

Alle diese Puncte stehen zu einander in der innigsten Verbindung und können deßhalb nicht wohl von einander geschieden werden.

Der **Zweck einer Eisenbahn** kann ebenso verschieden sein, als der der gewöhnlichen Landstraßen, ja selbst der kleinsten Nebenwege oder irgend einer andern Communication; denn im Kleinen genommen, dienen Eisenbahnen häufig sogar zu einer vervollkommneten Nutzanwendung von Passagen in Lagerhäusern und andern Gebäuden, zur Communication durch die verschiedenen Stockwerke eines Gebäudes, zum Transport von Gütern und dergleichen mehr.

Hieraus läßt sich der Einfluß der statistischen und commerciellen Verhältnisse auf die Trace einer

Eisenbahnlinie ableiten, und dergleichen Bahnen werden im weitesten Sinne als vervollkommnetes Communicationsmittel die Hauptstraßen des Landes ersetzen, weshalb man zugleich darauf mit Rücksicht zu nehmen hat, daß die Umstände auch ihre Verwendung als Militärtransportmittel bedingen können.

Die wichtigsten Bedingungen bei der Auswahl einer großen oder Haupt-Eisenbahnlinie stellen sich in anderer Hinsicht folgendermaßen dar:

1) Eine Haupt-Eisenbahnlinie soll, ohne individuelle persönliche Interessen oder einzelne unbedeutende Ortschaften zu berücksichtigen, die entfernteren Landestheile miteinander verbinden und gleichsam später als Basis für ein über das ganze Land zu legendes Eisenbahnnetz dienen.

Die Betrachtung aus diesem Gesichtspuncte macht eine genaue Erwägung aller im Augenblicke der Etablirung der Bahn bestehenden Verhältnisse in Hinsicht auf die zu bestimmende Ausmündung der Bahn, die Angabe der durch die Bahntrace zu berührenden Hauptorte, die Ertragsfähigkeit des Bodens, die Bevölkerung, die physische und geographische Lage des Landes nöthig; denn von der zweckmäßigen Beachtung aller dieser Gegenstände zusammengenommen, wird der Einfluß eines solchen Communicationsmittels bedingt. Auf solche Weise kann aber auch dasselbe der größte Hebel für die daraus erwachsende Industrie und den damit unzertrennlich in Verbindung stehenden höheren Stand der wissenschaftlichen Bildung werden.

In diesem Falle wird sich natürlich die Eisenbahnlinie an die Hauptorte des Landes anschließen müssen und es können nur ganz außerordentliche Umstände es passend erscheinen lassen, wenn man von dieser Richtung abgeht, um andere, außerhalb jener Linie gelegene Orte mit in die Trace aufzunehmen.

In den meisten Fällen dürfte es bei Weitem angemessener sein, dergleichen Orte außerhalb der Trace zu lassen und sie durch Zweigbahnen mit der Hauptlinie zu verbinden. In diesem Falle folgt also die Eisenbahn der Richtung der Bevölkerung.

Soll aber

2) die Eisenbahn dazu dienen, in ganz neuen Ländern, wie, z. B., in Amerika, das erste Beförderungsmittel zu deren Bevölkerung und Bebauung abzugeben, so müssen letztere der Richtung der Eisenbahntrace folgen und die physische Beschaffenheit des Landes wird dann bei Bestimmung der Bahnlinie prävaliren. Man wird nämlich den Hauptbahnzug so zu dirigiren suchen müssen, daß durch denselben diejenigen Theile des Landes miteinander in Verbindung gesetzt werden, deren Producte oder sonstige Beschaffenheiten auf die vortheilhaftesten Erfolge schließen lassen. Hierbei dürfte es zuweilen als zweckmäßig erscheinen, die Trace selbst über einen Boden von minderer Ertragsfähigkeit zu führen. Der letzterwähnte Umstand gab, z. B., unter anderen in Amerika die Veranlassung, Bahnen auf sehr große Ausdehnungen durch Wildnisse und vollkommen unwirthbare Strecken zu führen, sobald nur an den Endpuncten oder an einigen zwischenliegenden Orten eine hinreichende Personenfrequenz, oder ein so bedeutender Waaren- oder Productentransport zu erwarten war, daß dadurch die Verzinsung des Anlage- und die Deckung des Betriebscapitals gesichert erschien, und niemals blieb der Zweck, selbst bei hier und da durch die Umstände bedingten enormen Anlagecapitalien, unerreicht.

Eine solche durch Wildnisse und weniger reiche Gegenden etablirte Verbindung einflußreicher Districte wirkt zugleich weniger störend auf die schnelle Erreichung der Endpuncte, wozu auch noch kommt, daß

man das nöthige Grundeigenthum für die Bahnlinie zu billigeren Preisen erlangen kann.

Ein Beispiel einer solchen Anlage gibt eine in Louisiana etablirte Eisenbahn, welche den Mississippi mit Opelousas, einem kleinen, 30 Meilen vonersterem entfernten Orte, verbinden. Die ganze Strecke, ungefähr eine Meile vom Mississippi rückwärts bis auf 2 bis 3 Meilen von Opelousas, ist vielleicht eine der fruchtbarsten Wildnisse in ganz Amerika, die Heimath der Alligatoren, Bären und Schlangen. Der Zweck der Bahn war, das jenseits Opelousas gelegene fruchtbare Land mit dem Mississippi zu verbinden und die zwischen beiden Endorten gelegenen einzelnen, sehr furchtbaren Theile dieser Wildniß der Cultur und Anbauung zu eröffnen. Die Bahn soll, dem erhaltenen Freibriefe zufolge, bis an die Sabine, die Grenze von Texas, verlängert werden, um sich auf diese Weise Mexiko zu nähern und Texas mit Louisiana inniger zu verbinden. Die Gesellschaft erhielt zur Ausführung dieses Werkes Bankprivilegien mit einem Capital von 4 Millionen Dollars.

3) Eine Eisenbahnlinie kann auch endlich noch aus dem Gesichtspuncte betrachtet werden, daß auf ihr Personen und Ladung mit einer und derselben zu verwendenden Kraft, in möglichst großer und gleichmäßiger Geschwindigkeit, von einem Endpuncte der Bahn zum andern transportirt werden sollen.

Da nun zwischen zwei gegebenen Puncten eine gerade Linie der kürzeste Weg ist, so dürfte dieselbe für die Eisenbahntrace in den meisten Fällen und selbst unter einigermaßen ungünstigen Verhältnissen entschiedene Vorzüge haben, sowie sie, umgekehrt, durchaus verwerflich wird, sobald ungünstige Steigungsverhältnisse eintreten, oder sobald sie nur durch ein unverhältnißmäßig großes Anlagecapital erlangt werden kann. Daß, nach Obigem, ferner die mög-

lichste Annäherung an eine horizontale Lage wünschenswerth ist, bedarf kaum einer Erwähnung, weil jede Abweichung von der Horizontale der Wirkung der Dampfmaschine nachtheilig entgegentritt und mithin gegen die unter 3 aufgestellten Bedingnisse streitet.

Wenn nun angenommen werden muß, daß der allgemeine Zweck der Eisenbahnen

1) eine mehr ökonomische, und

2) eine, gegen die sonstigen Transportmittel bedeutend schnellere Fortschaffung von Gütern und vorzugsweise von Personen ist, so begründet eben dieser Zweck den wesentlichen Unterschied zwischen den Eisenbahnen und den gewöhnlichen Landstraßen, und es folgt namentlich aus dem Bedürfnisse der Schnelligkeit die Nothwendigkeit einer künstlichen Krafterzeugung, namentlich die Anwendung der Dampfkraft und in'sbesondere der Dampfwagen. Dieser Zweig des Studiums für den Eisenbahn-Ingenieur erfordert dessen genaueste Kenntniß mit den Leistungen jener Maschinen, da eben diese es sind, welche zu einem, durch eine Eisenbahn zu erlangenden günstigen Resultate führen werden, daher sie bei der Auswahl einer Eisenbahnlinie eine sehr genaue Erwägung erheischen.

Der durch die Anlage einer Eisenbahn zu erreichende Zweck, in genauer Verbindung mit dem zu verwendenden Anlagecapitale, bedingt die zur Fortschaffung der Güter oder Personen anzuwendende Triebkraft. Die bisher zu diesem Zweck in Aufnahme gekommenen Kräfte sind folgende:

A. Animalische Kraft.

B. Dampfkraft, und zwar

a) bewegliche Dampfkraft, Dampfwagen;

b) stehende Dampfkraft, fixe Dampfmaschine.

C. Wasserkraft, an die Stelle der vorhergehenden.

D. Die electro=magnetische Kraft.
E. Die atmosphärische Luft.

A. Die Pferde=Locomotive verdankt ihre Erfindung einer im Jahre 1830 von der Liverpool=Manchester Eisenbahn=Gesellschaft ausgebotenen Prämie von 500 Pfd. Sterling für die beste Locomotive auf dieser Bahn. Es ist dies die sogenannte Cyclopede, die jedoch später keine weitere Anwendung fand, und bei welcher das Pferd, auf der Locomotive stehend, auf derselben fast wie auf einer Tretscheibe arbeitet.

In Amerika gab die Saratoga=Schenectady=Eisenbahn Veranlassung zu einer ähnlichen Erfindung von Eleakim Briggs von Fort Covington, Franklin County (New=York). Diese Maschine ist in ihren Principien der eben erwähnten ziemlich gleich. Sie findet in Amerika vielfache Anwendung, jedoch weniger für Haupt=Eisenbahnlinien, als vielmehr auf Zweigbahnen in sumpfigem oder sonst ungünstigem Terrain, indem sie die Auffüllung oder Formirung eines Pferdeweges zwischen der Schienenbahn erspart.

B. Die Dampfkraft, als Bewegungsmittel auf Eisenbahnen, ist bereits vielfach abgehandelt worden, und es müssen hier die theoretischen und practischen Kenntnisse von der Anwendung derselben, als dem Eisenbahn=Ingenieur bekannt, vorausgesetzt werden; doch enthält der in diesem Werke befindliche Abschnitt und der Band 127 des Schauplatzes über Dampfwagen und Dampfmaschinen das Nothwendigste hierher Gehörige.

C. Die Wasserkraft, obgleich ein schon seit Jahrhunderten bekanntes und als bewegende Kraft auf Eisenbahnen in mehreren Ländern, namentlich in Irland, verwendetes Motiv, wird jetzt nur noch selten gebraucht. In Amerika ist sie bei dem Morris=Canal in New=Jersey benutzt worden, um die den

Canal befahrenden Böte und Schiffe, anstatt durch die sonst üblichen Schleusen, mittelst einer Eisenbahn in Gestalt einer schiefen Ebene, von den niedrig gelegenen Theilen des Canales nach den oberen und umgekehrt zu führen, wobei das in dem Canale selbst befindliche Wasser die erforderliche bewegende Kraft darbietet. Diese Vorrichtung entsprach allen davon gehegten Erwartungen so vollkommen, daß sich der Zeit- und Kostenaufwand auf 20 bis 30 Procent zu Gunsten der geneigten Ebenen herausstellte, und es sind daher bereits 23 Schleusen des genannten Canales durch solche Eisenbahnen ersetzt worden.

Bei einer im Staate Virginia zu etablirenden, 300 Meilen langen Eisenbahn beabsichtigt der dirigirende Ingenieur, Moncure Robinson, die Benutzung einer gleichen Kraft. Es ist nämlich in der Nähe der Bahn, wo die Steigung so bedeutend ist, daß man fixe Dampfmaschinen anzulegen genöthigt wäre, eine ununterbrochene Reihe von Wasserfällen, und von diesen aus soll durch Canäle nach der Eisenbahn hin das Aufschlagewasser zum Betriebe der, anstatt fixer Dampfmaschinen, zu verwendenden Wasserräder befördert werden.

D. In Hinsicht der Anwendung der electromagnetischen Kraft, als bewegendes Princip bei Eisenbahnen, sind in neuerer Zeit mehrfache Versuche angestellt worden, ohne daß man jedoch bis jetzt Resultate erhalten hätte, welche den davon gehegten Erwartungen ganz in der gewünschten Ausdehnung entsprochen hätten. Es ist in Petersburg, auf Veranlassung der Regierung, unter Leitung des Professors an der Universität zu Dorpat, Herrn Jacobi, in London von einer Gesellschaft von Gelehrten, an deren Spitze Dr. Clark steht, sowie an mehreren andern Orten Europa's, namentlich auch in Frankfurt am Main, unausgesetzt an der Ausbildung die-

ses Princips gearbeitet. In Amerika verfiel ein Grobschmidt, Thomas Davenport, im Staate Vermont, auf die Idee ihrer Anwendung und verfertigte eine kleine, cylinderförmige Batterie, welche bei einer Länge von ungefähr 9 Zoll und einem Durchmesser von 3 bis 4 Zoll eine Kraft von 300 Pfunden äußerte.

Eine andere, von Israel Slade aus Troy (New-York) im März 1837 verfertigte Batterie hat folgende Construction: Der bewegliche Theil besteht aus zwei, unter rechten Winkeln sich kreuzenden, horizontalen, eisernen Stäben, deren jeder 5½ Zoll lang ist und am Ende einen Kreisabschnitt, welcher 3 Zoll zur Sehne hat und von weichem Eisen verfertigt ist, gleichfalls in horizontaler Lage trägt. Dies eiserne Kreuz ist um eine vertikale Achse, welche dessen Drehpunct bildet, leicht beweglich. Die vier Kreuzarme sind mit Kupferdraht umwunden, mit Baumwolle bedeckt und können nach Belieben mit einer kleinen, kreisförmigen Batterie, welche aus concentrischen Cylindern von Kupfer und Zink besteht und in ein säuerliches Wasser getaucht werden kann, verbunden werden. Zwei Halbzirkel von stark magnetischem Stahl formiren einen nur an den beiden entgegengesetzten Polen unterbrochenen Kreis, welcher ebenfalls horizontal liegt. Das galvanisirte eiserne Kreuz ist so gestellt, daß die eisernen Kreisabschnitte desselben sich sehr nahe zu dem magnetischen Kreise und mit ihm in einer und derselben Ebene bewegen können. An dem obern Ende der Achse dieses Kreuzes befindet sich ein horizontales Winkelrad, welches einem etwas größern vertikalen Rade seine Bewegung mittheilen kann. An der horizontalen Achse des Letztern ist eine lange Schnur mit einem Gewichte befestigt.

Sobald die kleine Batterie, welche zur Erzeugung der Kraft bestimmt ist, mit dem Kreuz und den

dazu gehörigen Theilen in die passende Verbindung gebracht und durch das angesäuerte Wasser angeregt wird, beginnt das eiserne Kreuz, mit seinen Kreisabschnitten sich horizontal zu drehen. Die Kreuzarme nämlich werden durch den galvanischen Einfluß von der Batterie her magnetisirt, empfangen dort an den entgegengesetzten Enden nördliche und südliche Polarität und sind dadurch der anziehenden und abstoßenden Kraft der kreisförmigen, feststehenden Magnete unterworfen. Die Folge dieser Einwirkung ist eine äußerst schnelle, rotirende Bewegung des Kreuzes, welche bei Anwendung einer kleinen Batterie zu 200 bis 300, bei einer größern bis zu 600 Umdrehungen in einer Minute stieg. Durch diese, auf das Räderwerk fortgepflanzte, kreisförmige Bewegung wurde das durch die Schnur mit der Achse des vertikalen Rades in Verbindung gebrachte Gewicht von 14 Pfunden aufgewunden, und die Kraft der Maschine war so groß, daß, als man ein Gewicht von 28 Pfund anhängte, auch dieses noch aufgehoben wurde. Die Bewegung konnte durch die Trennung von der Batterie augenblicklich gehemmt werden, während man sie aber auch durch das Verwechseln der Verbindungsdrähte der Batterie auf die Maschine ebenso schnell in entgegengesetzter Richtung fortwirken lassen konnte.

Eine andere Maschine ähnlicher Art, welche indeß sowohl in beweglichen, als unbeweglichen Theilen völlig aus electrisirten Magneten bestand, verspricht einen noch bessern Erfolg und befindet sich gegenwärtig unter den Händen der Professoren Henry von Princetown (New-Jersey) und Silliman in New-Haven.

E. Außer den bis jetzt aufgeführten Kräften hat man auch den Druck der atmosphärischen Luft zum Betriebe der Wagen auf Eisenbahnen benutzt.

Wir widmen dieser wichtigen Triebkraft einen ganzen Abschnitt, auf welchen wir daher verweisen.

Zu den bei der Wahl einer Eisenbahnlinie in genaue Betrachtung zu ziehenden Umständen gehört auch noch die in vielfacher Beziehung höchst wichtige Vertheilung der Einschnitte und Auffüllungen, mit andern Worten: die möglichst zweckmäßige Einrichtung des Auf- und Abtrages. Die Masse der in beiden Fällen zu bewegenden Erde sollte sich nicht allein möglichst ausgleichen, sondern es ist auch nöthig, die Umstände, unter denen die verschiedenen Auffüllungen in's Werk gerichtet werden können, genau zu berücksichtigen und zu untersuchen, ob nicht die in oder dicht an der Linie sich vorfindenden Erhöhungen vortheilhaft für die Benutzung bei den Auffüllungen verwendet werden können. Letzterer Umstand gibt einen sehr richtigen Maßstab über die Zulässigkeit einer gewissen Trace und für die ökonomische und zweckmäßige Ausführung der Arbeit zum Vortheil der einen oder der andern Bahnlinie. Es werden in der Praxis nur wenige Fälle eintreten, wo, wenn in Hinsicht der zu bearbeitenden Erdmassen ein bedeutendes Mißverhältniß stattfand, das dazu verwendete größere Anlagecapital durch den spätern Erfolg gerechtfertigt werden dürfte. Dennoch finden sich in den Kostenanschlägen berühmter Ingenieurs in England unter diesem Titel bisweilen 70 bis 100 Millionen Cubikfuß Erde als Ueberschuß an Ausgrabungen oder Mangel für die Aufschüttung, wodurch in beiden Fällen der Ankauf nicht unbedeutender Ländereien nöthig gemacht wird, ohne daß meistens bei einem daraus erwachsenden höchst bedeutenden Kostenaufwande für die Erdarbeiten, viel günstigere Steigungsverhältnisse erzielt worden wären.

Den Ueberschuß an ausgegrabener Erde sucht man entweder durch größere Böschungsanlagen in

den Aufschüttungen zu verwenden, oder man muß besondere Orte dazu bestimmen, wo dieser Abraum verstürzt wird. Hierdurch entstehen nutzlose Berge, die um so unangenehmer sind, je weniger diese Erde zur landwirthschaftlichen Benutzung tauglich ist. Der umgekehrte Fall tritt da ein, wo man für die Aufschüttungen Erdreich herbeiführen muß, indem dann durch die Ausgrabung ein nutzbarer Theil der Erdoberfläche zerstört wird.

Rücksichtlich der Lage der Einschnitte und Auffüllungen muß man deren gegenseitige Entfernung sehr wohl erwägen. Namentlich ist es von großer Bedeutung, zu untersuchen, ob die zur Anlage irgend einer bedeutenden Aufschüttung erforderliche Erde, von der Ausgrabung her, in einer Ansteigung herbeigeführt werden muß. In diesem Falle wird die Ausführung bedeutend erschwert und die Arbeit selbst in die Länge gezogen, indem sich, in der Regel, nach der Masse der Auffüllungen (Brücken etwa ausgenommen) die Zeit der Ausführung des ganzen Baues zum Voraus bestimmen läßt. Man arbeitet nämlich während der Ausführung dieser schwierigen Theile an der ganzen Bahntrace unaufhaltsam fort, so daß, wenn jene Aufschüttungen vollendet sind, der ganze übrige Theil des Bahnplanums ebenfalls fertig ist. Dieser Umstand läßt zuweilen statt der abwechselnd steigenden und fallenden Bahn ein Planum wählen, bei welchem mehrere Steigungen in eine einzige concentrirt werden, ein Gegenstand, auf den wir an einem andern Orte zurückkommen werden.

Die Theorie hat sich vielfach damit beschäftigt, die Richtigkeit der bisher aufgestellten Grundsätze herauszustellen, indessen hat dies immer nur annähernd geschehen können; da sie in verschiedenen Verhältnissen auch verschiedenartig influenciren. Wenn indeß auch die ersten Ingenieurs in England darüber ab-

weichende Ansichten hegen, so darf dennoch jeder Eisenbahn-Ingenieur die bekannt gewordenen Erfahrungen keineswegs vernachlässigen, sondern er muß sie sich zur Richtschnur nehmen, solange es sich mit den obwaltenden Verhältnissen verträgt.

Ein Punct, welcher bei der Anlage einer jeden Eisenbahn von der höchsten Wichtigkeit ist und bei dem sich die Oberflächlichkeit der Beachtung allemal auf das Bitterste rächt, sind die Steigungsverhältnisse der Bahn. Ein allzugroßes Mißverhältniß in dieser Hinsicht kann nicht allein eine Verlegung einzelner Puncte der Trace herbeiführen, sondern es kann dadurch sogar die ganze Anlage einer Eisenbahn unmöglich gemacht werden.

Es steht allgemein fest, daß 8 bis 9 Pfund pro Tonne des Gesammtgewichtes auf einer horizontalen Linie für den Reibungswiderstand angenommen werden müssen*), und daß $\frac{1}{280}$, nach Andern $\frac{1}{250}$, und noch nach einer andern Annahme $\frac{1}{200}$ diejenige Steigung sei, auf welche die Schwerkraft dem Reibungswiderstande gleichkomme, denselben mithin balancire. In Amerika nimmt man $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{250}$ als zulässig an, woraus für die deutsche Meile eine durchschnittliche Steigung von 100 Fuß noch practicabel sein dürfte. Hieraus geht die Nothwendigkeit hervor, die Steigungsverhältnisse soviel, als möglich, gleichmäßig einzurichten, vorzüglich aber, wenn es angeht, zu vermeiden, die Bahn sinken zu lassen, wenn der zu erreichende Endpunct derselben oder der zu übersteigende höchste Punct in derselben Richtung höher, als der Anfangspunct liegt, und so umgekehrt. Jede solche Senkung der Bahn führt späterhin eine

---

*) De Pambour nimmt 8 Pfund pro Tonne an, welches mithin $\frac{2240}{8}$ Pfund, also den 280. Theil des Gesammtgewichts oder der Last beträgt.

verlorene Steigung nach sich. Macht das zwischen beiden Endpuncten der Bahn liegende Terrain die Ausführung der eben gegebenen Regel unmöglich, so muß man die zwischenliegenden Berge an ihren niedrigsten Puncten durchschneiden, die Thäler aber in ihrer höchsten Lage zu passiren suchen. Kann man auch auf diese Weise keine günstigen Steigungsverhältnisse erlangen, so muß man die Berge entweder mit einer unterirdischen Passage (Tunnel) durchschneiden, oder durch stehende Dampfmaschinen die Personen- und Güterwagen hinüberziehen lassen, oder endlich, wenn die Steigungen nicht allzu bedeutend sind, durch Hülfsdampfwagen die fehlende Kraft zu ersetzen suchen.

Nach dieser allgemeinen Feststellung und der Ermittelung des gegenwärtigen oder künftig etwa zu erwartenden Personen- und Frachttransportes, und nach der Kraft, über welche man in den verschiedenen Fällen zu gebieten hat, werden sich die bei der Anlage der Bahn zulässigen Steigungsverhältnisse bestimmen müssen.

Sowie in allen Zweigen dieser Wissenschaft, haben sich die Ingenieurs auch für die Steigungsverhältnisse ihre eigenthümlichen Theorieen gebildet, aus denen Systeme entstanden sind, welche, einander schroff gegenüberstehend, unter den ersten und erfahrensten Ingenieurs, jedes seine eigenen Vertheidiger gefunden haben.

Sämmtliche vorhandenen Systeme lassen sich indessen im Allgemeinen in zwei streng voneinander geschiedene Classen theilen.

1. Die ganze Bahn besteht aus mäßigen Steigungsverhältnissen, so daß die Bahn sich dem Terrain ziemlich genau anschließt und mit demselben steigt oder fällt.

2. Es werden die zu übersteigenden Höhen auf einzelne Puncte concentrirt, an welchen dann die

Steigungen kurz und stark sind, während für die übrigen Theile der Bahn auf diese Weise günstigere Steigungsverhältnisse oder gar theilweise horizontale Lagen erlangt werden können.

Die erstgenannte Einrichtung erleichtert im Allgemeinen die Arbeit des Ingenieurs außerordentlich, und es wird durch dieselbe auch das Anlage-Capital meistentheils verringert werden, während im Gegentheile eine Anlage nach dem zweiten Systeme das höchste Studium des Ingenieurs und oft sehr bedeutende Capitalien in Anspruch nimmt. Für das erste System sprechen folgende zwei Beobachtungen:

1. Die zur Fortbewegung eines gewissen Gewichtes, von irgend einem bestimmten Puncte zu einem anderen, nöthige Kraft bleibt sich, solange keine Steigungen über 21 oder 25 Fuß pr. englische Meile oder 97 — 115 Fuß pr. deutsche Meile vorkommen, auf einer horizontalen oder auf einer durch verschiedene Steigungen unterbrochenen Bahn durchaus gleich. Werden hingegen die Steigungen größer, so prävalirt die Schwerkraft gegen den Reibungswiderstand, und es bleibt dann der Zugkraft ein größerer Widerstand zu überwältigen.

Die Fortbewegung des Gewichtes findet auf einer solchen Bahn in den beiden entgegengesetzten Puncten unter gleichen Umständen statt, und man bedarf mithin für den Hinweg keiner anderen Kraft, als für den Rückweg. Es ist nämlich einleuchtend, daß bei den Ansteigungen außer der, zur Bekämpfung des aus der Reibung erwachsenden Widerstandes nöthigen Kraft bei größeren Steigungen ein Surplus durch die Schwerkraft in Anspruch genommen wird, während bei'm Hinabgehen eben jene Schwerkraft durch eine entgegenwirkende Kraft gewaltsam aufgehoben werden muß. Die vermehrte Kraft in dem einen Falle gleicht sich mit der verminderten Kraft in dem anderen Falle aus, und beide zusammenge-

nommen geben den zur Beförderung der Last in beiden einander entgegengesetzten Richtungen nöthigen Kraftaufwand, mit anderen Worten, die bei'm Hinabgehen ersparte Dampfkraft wird bei'm Ansteigen wiederum in Anspruch genommen, weil hier zu dem Reibungswiderstande noch der der Schwerkraft hinzukommt, wodurch ein größerer Kraftaufwand nöthig wird.

Wird nun aber die bisher unberücksichtigt gebliebene und bei Eisenbahnen so bedeutend in Betracht kommende Geschwindigkeit mit in's Spiel gezogen, so stellt sich folgende bemerkenswerthe, gegen alle mechanischen Gesetze streitende Thatsache heraus. Obgleich sich eigentlich die durchlaufenen Räume wie die Quadrate der Zeit verhalten sollten, so nimmt dennoch die Zeit der Bewegung bei einer geneigten Eisenbahn nicht in diesem Verhältnisse zu, und selbst wenn dies Gesetz sich in der Praxis der Eisenbahnen bewähren sollte, würde sich dennoch die Anwendung desselben nicht vortheilhaft darstellen. Es vermehrt sich nämlich, wenn die Kräfte der Maschine unausgesetzt benutzt werden, die Geschwindigkeit bei einer Steigung von $\frac{1}{140}$ um das Doppelte, dagegen bei $\frac{1}{100}$ um $\frac{1}{5}$ gegen die Geschwindigkeit der horizontalen Bahn. Es verlangt daher jede Steigung, welche größer ist, als $\frac{1}{190}$, wegen der allgemeinen Sicherheit, Dauer der Maschine und der Bahn selbst, nur eine theilweise Benutzung der Dampfkraft. Die durch eine größere, $\frac{1}{250}$ oder $\frac{1}{200}$ übertreffende Steigung bei'm Bergabfahren bewirkte größere Geschwindigkeit, deren Grund darin liegt, daß die Schwerkraft den aus der Reibung entstehenden Widerstand überwindet, ist daher zum größten Theile als verloren zu betrachten, und es steht daher die auf diese Weise erlangte Ersparniß der Dampfkraft nicht im Verhältniß zu der Höhe, von welcher der Zug hin-

abgeht, wie dies auch die oben angegebenen Erfahrungen beweisen.

Auf den Eisenbahnen soll soviel als möglich durchgängig eine gleichmäßige Geschwindigkeit des Wagenzuges auf allen Theilen der Bahn erlangt werden. Bei einer Reihe von geneigten Ebenen hingegen wird es nothwendig, auf den Abhängen durch schnelleres Fahren diejenige Zeit wieder einzubringen, welche bei'm Ansteigen zugesetzt wurde, oder umgekehrt bei den Ansteigungen die Kraft der Maschine mehr in Anspruch zu nehmen, als bei'm Hinabgehen. Eine solche Unregelmäßigkeit im Arbeitsgange der Maschine muß nicht allein nachtheilig auf dieselbe einwirken, sondern sie giebt auch außerdem sehr leicht Veranlassung zur Unaufmerksamkeit und Nachlässigkeit des leitenden Maschinisten, woraus bedeutende Unglücksfälle entstehen können. Um diesem Nachtheile zu entgehen, sucht man bei einzelnen starken Steigungen die Dampfwagen durch stehende Dampfkraft, oder durch Hülfsdampfwagen vor der sonst übermäßigen Anstrengung zu bewahren und dadurch eine größere Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit der Maschine zu erzielen.

Eine andere nachtheilige Wirkung auf die Maschine, welche durch das abwechselnde Steigen und Fallen der Bahn herbeigeführt wird, ist folgende. Die nöthig werdende größere Kraftäußerung der Maschine, um den Hügel zu ersteigen, muß nach Erreichung der Höhe oft sehr plötzlich wieder gehemmt werden, um bei'm Bergabfahren der Schwerkraft entgegenzuwirken. Wenn nun eine Ansteigung von etwa 100 Fuß auf die deutsche Meile bereits eine größere, und zwar die doppelte Kraftanstrengung gegen eine Horizontale erfordert, so tritt das Bedürfniß einer möglichst geringen Ansteigung um so fühlbarer hervor. Selbst bei einer noch größeren Vervollkommnung der Dampfmaschinen wird dieses Be-

dürfniß ebenso fühlbar bleiben, da mit dieser Vervollkommnung auch die Ansprüche des Publicums wachsen werden.

So groß nun auch die von den Locomotiven ausgeübte Kraft sein möge, so sind dieselben doch im Allgemeinen nicht für große Steigungen berechnet, und ihr voller Werth tritt nur dann erst in das richtige Licht, wenn sie eben nichts weiter zu überwinden haben, als das Moment der Reibung. Man sollte daher nur solche Steigungen anwenden, auf welchen der Dampfwagen ohne außerordentliche Kraftanstrengung ein und dasselbe Gewicht ohne Zeitverlust gegen die Bewegung auf der Horizontale fortziehen kann. Dies wird allerdings bei den verschiedenen topographischen Lagen der Bahn meistentheils viele Schwierigkeiten haben, und sehr oft nur durch Aufopferung unverhältnißmäßig großer Capitalien möglich und der Zweck der Bahn, ein billiges Transportmittel zu gewähren, durchaus verfehlt werden.

Um den eben angeregten Erfordernissen zu genügen, würde man daher suchen müssen, eine Bahnlinie zu finden, welche auf ihrem größten Theile eine allgemeine Steigung von 23—46 Fuß auf die deutsche Meile nicht übersteige, während einzelne Puncte derselben Steigungen bis zu 230 Fuß auf die deutsche Meile haben dürften. Alsdann würde man auf den erstgenannten Strecken mit der gewöhnlichen Dampfwagenkraft ausreichen, bei den steileren aber entweder Hülfsdampfwagen oder fixe Maschinen anwenden können. Daraus wird man dann zugleich, sobald man einmal von den geringeren Steigungen die größte kennt, mit Rücksicht auf die verlangte Geschwindigkeit die erforderliche Kraft der Locomotiven bestimmen können, während für die größten Steigungen die Kraft der Hülfsmaschinen einer zweiten Berechnung unterliegt.

Die verlangte Kraftäußerung, in Verbindung mit der nöthigen Schnelligkeit, bestimmen dann wieder die erforderliche Schwere der Maschine. Man nimmt gewöhnlich an, daß gegen eine auf einer horizontalen Bahn laufende Maschine eine solche, sobald die Steigung $\frac{1}{330}$ beträgt, ein Mehrgewicht von 6 Tonnen erfordern. Dies müßte nothwendig, da man, sobald die Bahn solche Steigungen hat, so schwere Maschinen auf derselben durchgängig anwenden müßte, für die günstiger gelegenen Theile ein todtes Gewicht herbeiführen. Aus dieser größeren Schwere der Maschine aber geht nothwendig auch das Bedürfniß eines stärkeren und kostspieligeren Unterbaues für die ganze Länge der Bahn hervor, welcher nothwendig wieder eine Vergrößerung des Anlage-Capitals bedingt.

Aus allem eben Gesagten geht hervor, daß man immer vortheilhafter eine Bahnlinie anwenden wird, bei welcher die Mehrzahl der Steigungen geringe, einige aber sehr bedeutend sind, als eine solche, bei der die Steigungen unter sehr verschiedenen Verhältnissen abwechseln; denn man wird in diesem Falle für die Dampfwagen keiner größeren Schwere bedürfen, als dieselbe zur Fortbringung der Last auf einem fast horizontalen Terrain bedarf, da auf den steileren Theilen die Hülfsmaschinen die entstehende Ueberwucht auf sich nehmen. Dadurch wird dann auch der schwerere Oberbau entbehrlich gemacht.

Noch erheblicher werden diese Vortheile, sobald die Beförderung von Personen den Hauptbetrieb der Bahn ausmacht, da hier die größtmögliche Schnelligkeit unbedingtes Erforderniß ist. Selbst für den Transport von Lasten gewährt eine Bahn mit langen Horizontalen und wenigen, aber starken Steigungen Vortheile gegen die Bahn mit ununterbrochenen starken Steigungsverhältnissen. Da nämlich die höchste Ansteigung allemal das Maß für die an-

zuwendende Kraft giebt, so ist es klar, daß eben diese Kraft auf der horizontalen Bahn eine viel größere Geschwindigkeit, als Bedingung für die Passagiere und eine bedeutendere Kraftäußerung zum Transporte der Güter darbieten wird. Daraus resultirt zugleich neben dem Vortheil für das Publicum auch der Vortheil des Eigenthümers der Bahn, da die leichteren Maschinen und die leichtere Bahn auch geringere Unterhaltungskosten verlangen.

Nichtsdestoweniger haben Oekonomie, Statistik und Topographie auf die Anlage einer Eisenbahn oft so vielfachen Einfluß, daß Abweichungen von dieser Maxime nicht allein gerechtfertigt, sondern sogar unerläßlich erscheinen. Hierin unterscheidet sich England wesentlich von Amerika, denn in England verwendet man ungemessene Capitalien auf die Erreichung der möglichst günstigen Steigungen, während in Amerika allein der Grundsatz gilt, daß ein Eisenbahnunternehmen nur dann gedeihen könne, wenn es in möglichst kürzester Zeit mit dem möglichst geringen Anlagecapital vollendet werde.

Nach dem bis jetzt Gesagten könnte man eigentlich vier verschiedene Arten von Eisenbahnen annehmen.

1) Eisenbahnen mit ununterbrochenen Steigungsverhältnissen, welche eine bedeutende, jedoch immer noch zulässige Kraftanstrengung der Maschine auf dem größten Theile der Bahn erfordern.

2) Bahnen, wie die vorige, jedoch mit einzelnen concentrirten Steigungen, welche einen Hülfswagen erfordern.

3) Eisenbahnen, wo außer einigen solchen starken concentrirten Steigungsverhältnissen in der größten Ausdehnung der Bahnlinie horizontale, oder nur wenig davon abweichende Steigungsverhältnisse stattfinden.

4) Die Combination aller drei eben angeführten Bahnarten.

Inwiefern eine oder die andere nach den bis jetzt angegebenen Grundsätzen bestimmte Linie den Vorzug vor den übrigen verdiene, zu ermitteln, dazu dürfte folgende Berechnung dienen.

Nach einer früheren Annahme hängt der Werth einer Bahn größtentheils von dem dadurch erlangten billigsten Transporte der Personen und Güter ab, dieser aber wird von dem Anlage- und Betriebscapital der Bahn bedingt. Die jährlichen Zinsen des Anlagecapitals, mit Hinzufügung des Betriebscapitals, dividirt durch die auf der Bahn jährlich zu transportirende Anzahl von Tonnen, gibt den Frachtsatz für die einzelne Tonne.

Das Betriebscapital umfaßt: 1) die Transportkosten. Hierin gehören die Kosten der Dampfmaschine und des Munitionswagens, sowie deren Beschaffung und Reparaturen; ferner die Kosten des Feuerungsmaterials und Wassers, die Besoldung der sie beaufsichtigenden und leitenden Personen, und endlich die Kosten für Anschaffung und Unterhaltung der Güter- und Personenwagen. 2) Die Kosten für die Waarenhäuser und Geschäftslocale und die sonstigen Bauten. 3) Die Besoldungen des sämmtlichen Personals.

Die auf der erwählten oder zu begutachtenden Bahnlinie gefundene, noch vortheilhaft zu benutzende Kraft der Dampfmaschine bestimmt die mit einer gegebenen Geschwindigkeit zu transportirende Anzahl von Tonnen. Es wird nämlich bei 8 Pfund Reibungswiderstand pr. Tonne (oder 2240 Pfund), ein Zug von 100 Tonnen Schwere auf einer horizontalen Bahn einen Widerstand von 800 Pfund, die Reibung des Dampfwagens ungerechnet, zu überwinden haben. Ist die Maschine, z. B, 10 Tonnen

schwer und soll eine Steigung von $\frac{1}{200}$ oder ungefähr 26 Fuß pr. englische Meile oder 115 Fuß auf die deutsche Meile überwinden, so ergiebt sich folgende Berechnung:

$100 \times 8 = 800$ Reibungswiderstand (Friction)

$\frac{100 \times 2240}{200} = 1120$ Pfd. Schwerkraftswiderstand (gravity),

$\frac{10 \times 2240}{200} = 112$ Pfd. wie das Vorige.

2032 Pfd. Gesammtwiderstand, die Reibung des Dampfwagens nicht mitgerechnet, welches einer Ladung von $\frac{2032}{8} = 254$ Tonnen auf einer Horizontale gleichkommt. Oder wenn ein Dampfwagen, z. B., mit 11″ Cylinderdurchmesser, 10 Stunden täglich läuft und 30 englische Meilen oder ungefähr $6\frac{1}{2}$ deutsche Meile pr. Stunde zurücklegt, wird er mit 50 Pfd. Dampfpressung im Kessel 50 Tonnen, dagegen in einem möglichst langsamen Gange mit derselben Dampfpressung im Kessel 160 Tonnen fortbewegen.

Würden Transporte von 50 Tonnen Schwere mit einer Geschwindigkeit von 30 englischen oder $6\frac{1}{2}$ deutschen Meilen pr. Stunde befördert, so werden dieselben in einem zehnstündigen Laufe des Dampfwagens 300 englische oder 65 deutsche Meilen weit, oder 15,000 Tonnen pr. Meile englisch oder 3250 Tonnen pr. deutsche Meile befördert.

Wagenzüge von 160 Tonnen Schwere, mit einer Geschwindigkeit von 15,5 oder $15\frac{1}{2}$ englischen Meilen pr. Stunde, zeigen nach Obigem ein Resultat von 160 Tonnen auf 155 Meilen englisch oder 24,800 Tonnen pr. Meile englisch. Es ist daher vortheilhaft, die Maschine das größtmöglichste Ge=

wicht der Ladung mit einer correspondirenden, möglichst geringen Geschwindigkeit transportiren zu lassen.

Für den Transport von Personen, wo Geschwindigkeit die Hauptbedingung ist, kann diese Regel keine Anwendung finden.

Für das Verhältniß der Geschwindigkeit mit einer gewissen Schwere der Ladung existiren verschiedene Tabellen, von denen die vom Chevalier de Pambour die vorzüglichsten sind, und von denen folgende hier angeführt werden sollen. Es sind dabei folgende Dimensionen angenommen: Cylinder des Dampfwagens zu 11″ Durchmesser, Kolbenhub 16″, Triebräder 5′, Reibung 110 Pfund.

25	Tonnen Brutto-Gewicht mit Munitionswagen,	40	Meilen englisch pr. Stunde auf einer horizontalen Bahn, mit funfzig Pfund Dampfpressung im Kessel.
50	„ „	31½	
75	„ „	26	
100	„ „	22	
125	„ „	19	
150	„ „	17	
166	„ „	15½	

Es sind indeß, in Amerika sowohl, als in England, bedeutend größere Resultate mit Vortheil erlangt worden.

Es dürfte ferner Berücksichtigung verdienen, daß, wie schon früher erwähnt, eine Steigung von 25′ oder 21′ pr. Meile englisch das Maximum sein sollte, ohne außerordentliche Dampfkraft in Anspruch zu nehmen.

In England betrachtet man gewöhnlich $\frac{1}{330}$ oder 16′ pr. Meile englisch als zulässiges Maximum, und daß diese, wo möglich, in der Richtung des geringsten Transportes stattfinde. Auch hierin weicht Amerika sehr ab, indem dort größere Steigungsver-

hältnisse angenommen werden. Es kann öfters auch in der That nur wenig und größtentheils mit großer Vermehrung der Kosten in der Construction einer Bahn gewonnen werden, wenn ihre Steigungen von 25' oder 21' zu 16' pr. Meile Englisch verringert werden sollten.

Die Schwierigkeiten und Kosten, welche, nach Napier, aus langen Ansteigungen von mehr als 25' pr. Meile auf einzelnen Puncten entstehen sollen, sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

Steigungen.	Gesammtlast, welche der Dampfwagen von 8 Tonnen Schwere ziehen kann, ohne daß die Räder schlüpfen.	Netto=Last.
1 in 200	88,219 Pf.	41,170 Pf.
1 „ 133	70,575 „	29,400 „
1 „ 100	58,814 „	21,565 „
1 „ 80	49,010 „	15,030 „
1 „ 60	44,110 „	11,362 „
1 „ 57	39,209 „	8,496 „
1 „ 50	35,288 „	6,882 „

Auch hierin zeigen indeß die neuerdings in Amerika erlangten Resultate einen bedeutenden Unterschied zum Vortheile der Letzteren. Bemerkenswerth dürfte folgende Tabelle von W. G. Dodds, Ingenieur der Monkland=Kirkintilloch=Bahn, in Schottland, über den Einfluß der Witterung auf Eisenbahnen, sein, welche auf practischen Erfahrungen beruht.

Steigung der Bahnlinie	Gewicht d. Dampfwagens ohne Munitionswagen	Adhäsionskraft des Dampfwagens in Pfunden bei'm schlechtest. Wetter	Adhäsionskraft des Dampfwagens in Pfunden bei'm besten Wetter	Schwerkraft auf den verschiedenen Steigungen der Bahn pro Tonne	Kraft, die Reibung der Wagen und Last durch die Adhäsion der Dampfwagenräder zu bekämpfen im schl. Wetter pro Tonne	Kraft, die Reibung der Wagen und Last durch die Adhäsion der Dampfwagenräder zu bekämpfen im best. Wetter pro Tonne
Horizontal.	Tonne $7\frac{1}{2}$ oder 16800 Pfd.	672	1810	0,00	8,0	10,8
1 in 800				2,8		
1 in 400				5,6		
1 in 200				11,2		
1 in 100				22,4		
1 in 96				23,3		
1 in 50				44,8		
1 in 25				89,6		
1 in 96	5 Tonnen od. 11200 Pfd.	448	1206	23,3	8,0	10,8
1 in 96	6 Tonnen od. 13449 Pfd.	537,6	1448	23,3	8,0	10,8

Last für die Dampfwagen bei einer Geschwindigkeit von:								Bemerkungen.
4 Meilen pro Stunde		8 Meilen pro Stunde		16 Meilen pro Stunde		20 Meilen pro Stunde		
im schlechtesten	im besten	im schlechtesten	im besten	im schlechtesten	im besten	im schlechtesten	im besten	
Wetter								
84,0	167,75	42,0	83,7	21,0	41,9	16,8	33,5	1.* bezeichn. ein Gew. wenig. als d. eig. Gewicht des Dampfw. 2. Die Schwerkraft einer Tonne wird durch d. Multiplic. d. Gewichtes des Körpers m. d. Höhe d. Ansteig. u. Dividiren der Summe durch ihre Länge erhalt. 3. Die Reibung der Wagen und Last ist als d. 200. Theil v. deren Gew. angenom.
62,2	133,0	35,7	74,1	19,3	39,3	15,7	31,8	
49,4	110,0	31,1	66,5	17,8	37,0	14,7	30,3	
35,0	82,2	24,6	55,1	15,5	33,2	13,1	27,7	
22,1	54,5	17,5	41,1	12,3	27,5	10,7	23,6	
21,4	53,0	17,0	40,3	12,1	27,2	10,6	23,4	
12,7	32,5	11,0	27,2	8,7	20,5	7,9	18,3	
6,8	18,0	6,3*	16,2	5,5*	12,6	5,1*	12,5	
56,9	111,8	28,0	55,8	14,0	27,9	11,2	22,3	
67,2	134,2	33,6	66,9	16,8	33,5	13,4	26,8	

Wenden wir uns jetzt zu einer überschläglichen Ausmittelung der Unterhaltungskosten, so resultiren diese theils aus der Länge der Bahn, theils aus der Gesammtlast des ganzen Zuges, welcher von dem Dampfwagen mit irgend einer angenommenen Geschwindigkeit gezogen werden soll, aus dieser allgemeinen Geschwindigkeit selbst, und aus dem Gewichte des Dampf- und Munitionswagens, dessen Unterhaltungskosten und dem Gewichte der zu transportirenden Güter. Es sei

A die Gesammtlast des ganzen Zuges, welche von dem Dampfwagen mit der Geschwindigkeit G gezogen werden soll;

B das Gewicht des Dampf- und Munitionswagens in Tonnen;

C die Unterhaltungskosten des Dampfwagens pro Secunde;

G die auf der Bahn angenommene allgemeine Geschwindigkeit pro Secunde in Yards, zu 3 Fuß Englisch;

L die Länge der Bahn in Yards;

$\frac{2}{3}$ (A — B) das Gewicht der zu transportirenden Güter, so wird

$$\frac{L \cdot G}{\frac{2}{3}(A - B)\,G}$$

der allgemeine, annähernde Ausdruck der Unterhaltungskosten des Dampfwagens für jedes über die ganze Bahn zu transportirende Gewicht sein. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, daß nur eine zweckmäßige Leitung des Dampfwagens, dessen höchst mögliche zuläßige Kraftäußerung ununterbrochen angewendet werde.

Die Unterhaltung der Frachtwagen wird für jede Tonne im Verhältnisse des auf der ganzen Bahn zu transportirenden Gewichtes zur Länge der Bahn ste-

hen. Alle übrigen Ausgaben werden bei der vergleichenden Betrachtung zweier Bahnlinien, vorausgesetzt, daß ihre Lage und Länge nicht gar zu sehr von einander abweiche, nicht sehr verschieden sein, und man wird dieselben gleichfalls pro Tonne und Meile in Anschlag zu bringen haben. Meistentheils werden sich diese Differenzen auf die Besoldung einiger Bahnwärter beschränken.

Nach den vorstehenden Erörterungen über die Vortheile einer oder der anderen Bahn in der Bestimmung ihrer Steigungsverhältnisse erscheint auch das in England von R. Badnal und in Amerika von A. Canfield aufgestellte, in beiden Ländern bereits hinlänglich widerlegte System der wellenförmigen Eisenbahnen als durchaus zweckwidrig, obgleich die genannten Ingenieurs diesen Bahnen sogar Vorzüge vor den horizontalen einräumen wollen. Sie behaupten nämlich, diese wellenförmigen Bahnen würden im Allgemeinen eine geringere Kraftäußerung der Locomotive erfordern, indem die, bei dem Hinabgehen über die Steigungen, durch die Schwerkraft erzeugte Beschleunigung der Schnelligkeit, wie bei dem Pendel dazu beitrage, die nächstfolgende Steigung in so weit zu überwinden, daß nur noch ein geringer Kraftüberschuß von der Maschine selbst bewirkt werden müsse, um diese Steigung selbst zu überwinden.

Ein wesentlicher Gegenstand, welcher bei der Bestimmung der Auswahl und Etablirung einer Eisenbahnlinie ein Hauptaugenmerk verdient, sind die bei Veränderung der Bahnrichtung entstehenden Krümmungen. Abgesehen von der aus denselben resultirenden Verlängerung der Bahn, üben diese Krümmungen nicht allein auf die Maschinerie der Dampfwagen, sondern auch auf alle Personen- und Frachtwagen einen höchst nachtheiligen Einfluß, der

in demselben Verhältnisse zunimmt, als die Radien dieser Krümmungen abnehmen, und um so größer wird, je länger die Wagen werden, d. h., je weiter die an denselben unbeweglich befestigten Räderpaare von einander entfernt sind. Es entsteht nämlich aus dieser Krümmung der Nachtheil, daß ein vorderes und das ihm entgegengesetzte Hinterrad mit dem Spurkranze schleifen.

Obgleich der aus den Krümmungen erwachsende und dem gewöhnlichen Reibungs-Coefficienten auf der geraden und horizontalen Bahn noch zuzurechnende Reibungswiderstand in der Praxis noch nicht durch großartige Versuche so bestimmt ausgemittelt worden ist, als dies bei der geraden Linie geschah, so stehen doch folgende allgemeine Sätze fest:

Während der allgemeine Widerstand bei den Steigungen noch durch die Schwerkraft motivirt wird, tritt bei der Krümmung noch derjenige Widerstand hinzu, welcher aus der Befestigung der beiden Räderpaare an der Achse entspringt. Es müssen nämlich die äußeren Räder des Wagens einen größeren Weg zurücklegen, wodurch ein Schleifen gegen die Achse bewirkt wird, ein Effect, der noch dadurch vergrößert wird, daß die beiden Spurkränze gegen die Schienen der Bahn schleifen, wie bereits erwähnt wurde. Aus dem Gesagten folgt, daß bei einer in der Aufsteigung liegenden Krümmung ein vierfacher Widerstand mit ins Spiel tritt.

Das Schleifen der äußeren Räder und die Reibung der Spurkränze gegen die Schienen hat man dadurch zu verringern gesucht, daß man einerseits dem Radkranze eine conische Gestalt gab, andererseits aber für die Krümmung die äußere Schienenreihe etwas höher legte. Obgleich dieser Grundsatz in der Theorie richtig ist und, der angewendeten Constructionsweise nach, die Schwerkraft und die Centrifu-

galkraft einander durch ihre gegenseitigen Einflüsse aufheben müßten, so tritt nichtsdestoweniger in der Praxis ein nachtheiliger Reibungswiderstand ein. Der Einfluß desselben und seine größere oder geringere Bedeutsamkeit hängen von der Länge des Bogenradius, von der Spurweite im Bogen, von der Zahl und dem Gewichte der einen Train bildenden Fahrzeuge, von der Geschwindigkeit des Wagenzuges, namentlich in dem Augenblicke des Ueberganges von der geraden in die Bogenlinie, von der Schwungkraft und dem Einflusse des Luftzuges ab, und werden um so nachtheiliger, wenn im Niveau der Schienen oder in der Construction der Wagen noch obenein Fehler stattfinden. Die Unregelmäßigkeiten in der Construction der Bahn werden am Bemerkbarsten und ihre nachtheilige Einwirkung zeigt sich am Meisten bei dem Schleifen der einander diagonal entgegengesetzten Räder auf den Schienen. Es wird in diesem Falle bei einer geringen Geschwindigkeit der Spurkranz des inneren Vorderrades, bei einer größeren aber der Spurkranz des äußeren Vorderrades gegen die anliegende Schiene einen verderblichen Stoß ausüben, oder doch mindestens durch die schleifende Bewegung die Schiene aus ihrer Lage zu drängen streben.

Außerdem wird auch die Verbindungsweise der Wagen untereinander leicht im Stande sein, einen nachtheiligen Einfluß auszuüben, indem dadurch bei großer Geschwindigkeit die Schwungkraft sehr vermehrt, ja zuweilen selbst ein Ablaufen des letzteren Theiles vom Wagentrain aus der Schienenlinie verursacht werden kann.

Die Richtigkeit der eben aufgestellten Sätze zeigt sich vorzugsweise bei mit vielen Krümmungen von kleinen Radien versehenen Bahnen, durch die schnelle Abnutzung der Rad- und Spurkränze an jener Stelle,

wo sie ineinander übergehen. Nach Mittheilungen von Eisenbahn-Ingenieurs in England nimmt man dort für einen Bogen von 3000 Fuß Radius $10\frac{1}{2}$ Pfund und für Bögen von 2000 Fuß Radius 12 Pfund pro Tonne für den Reibungswiderstand an, vorausgesetzt, daß beide Krümmungen in der Horizontale liegen. Auf einer horizontalen, geraden Linie beträgt, wie wir wissen, der Reibungswiderstand nur 8 Pfund pro Tonne. Hingegen bewegt ein und derselbe Dampfwagen, welcher auf einer horizontalen und geraden Bahn 60 Tonnen mit einer gewissen Geschwindigkeit fortziehen würde, bei einem Bogen von 3000 Fuß Radius und $\frac{1}{200}$ Steigung, nur 52 Tonnen, und bei einem Bogen von 2000 Fuß Radius mit derselben Steigung, nur 44 Tonnen. Obiges Gewicht verringert sich bei einer Steigung $\frac{1}{160}$ für einen Bogen von 3000 Fuß Radius bis auf 41 Tonnen, und für 2000 Fuß Radius bis auf 30 Tonnen, wobei jedoch Dampfwagen und Munitionswagen nicht mitgerechnet sind.

In Amerika wenden die Ingenieurs eine allgemeine, practische Formel zur Bestimmung des Einflusses einer Krümmung an, indem sie annehmen, daß ein Bogen von 300 Fuß Radius in der horizontalen Bahn rücksichtlich des dadurch zu überwältigenden Widerstandes mit einer Ansteigung von $\frac{1}{50}$ gleichgeltend sei. Hieraus folgt dann, daß ein Bogen von 600 Fuß Radius mit $\frac{1}{100}$ Steigung und ein Bogen von 800 Fuß Radius mit $\frac{1}{120}$ Steigung übereinkomme. Uebrigens nimmt man in Amerika 700 Fuß als den geringsten zulässigen Halbmesser für Krümmungen bei Eisenbahnen an und betrachtet, bei einer Geschwindigkeit von 12 Meilen pro Stunde, denselben als gleichgeltend 18 Fuß Steigung pro Meile, welche man dann bei Ermittelung der nöthigen Dampfkraft zur allgemeinen Steigung der Bahn

hinzurechnet. Noch andere Ingenieurs nehmen dort, was jedoch jedenfalls zu wenig ist, einen horizontal liegenden Bogen von 400 Fuß Radius, als gleichgeltend mit 15 Fuß Steigung pro Meile an. Uebrigens hängt dabei so unendlich viel von der Einwirkung äußerer Umstände ab, daß sich eigentlich gar keine für alle Fälle passende Formel geben läßt; indessen möchte nachstehende Regel in den meisten sicher zum Ziele führen.

Wenn V die Geschwindigkeit des Wagens pro Secunde in Fußen, r den Halbmesser des Bogens in Fußen, w das Gewicht des Wagens, m die Fallhöhe eines Körpers in der ersten Secunde in Fußen, g das Steigungsverhältniß pro englische Meile in Fußen bezeichnet, so ist nach dem Gesetze der Anziehung:

$$\text{die Centrifugalkraft} = \frac{v\,2}{2\,m\,r} \times w$$

Nach dem Gesetze der Reibung aber ist

$$\frac{v\,2}{8\,m\,r} \times w =$$

dem Theile der bewegenden Kraft, welcher in Folge der Centrifugalkraft verbraucht wird. Nehmen wir 1 Meile Englisch gleich 5280 Fuß, so ist nach mechanischen Principien

$$g = \frac{v\,2}{8\,m\,r} \times 5280 = 660 \frac{v\,2}{m\,r} = 41\,v^2\,r$$

sehr nahe und hiernach ein horizontaler Bogen von 800 Fuß Radius bei einer Geschwindigkeit von 2 englischen oder ungefähr $\frac{1}{2}$ deutschen Meile pro Stunde für die Wagen einer geradlinigen Ansteigung von 0,440 Fuß pro Meile gleich; dieser wird bei 4 Meilen Geschwindigkeit gleich 1,760 Fuß, bei 8

Meilen 7,040 Fuß, bei 12 Meilen 15,840 und bei 20 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde einer geradlinigen Ansteigung von 44 Fuß pro Meile Englisch gleichkommen.

Bei Anwendung der theoretischen Grundsätze auf die Formation des Rades und die Erhöhung der äußeren Schienenlinie in den Krümmungen wird es von der Beschaffenheit der Bahn und dem Zustande der Wagen und deren Construction, insbesondere derjenigen der Dampfwagen, großentheils aber auch von der gewünschten Schnelligkeit abhängen, welche vermehrte Dampfkraft nöthig sein wird, um die etwanigen Krümmungen ohne großen und nachtheiligen Einfluß zu passiren.

Nachdem nun die Ansichten der englischen und amerikanischen Eisenbahn-Ingenieurs über die eben abgehandelten Gegenstände aufgestellt worden sind, wird es leicht sein, die bis jetzt aufgestellten verschiedenen Grundsätze, theilweise oder vereint, anzuwenden und den obwaltenden Umständen anzupassen.

Construction des Planums.

Der Grundsatz, den Oberbau möglichst trocken und darum gehörig hoch zu halten, bedingt die Art und Formation des Planums, auf welchem der Oberbau eingerichtet werden soll, und es ist für den Eisenbahn-Ingenieur von der höchsten Wichtigkeit, diesen Grundsatz nie aus den Augen zu verlieren, da die Befolgung desselben auf die Dauer der ganzen Eisenbahnanlage von dem wesentlichsten Einflusse ist.

Obgleich dieses Thema eigentlich in den Bereich des bereits vielfach bearbeiteten Chausséebaues gehört, so dürften dennoch einige hierher gehörige Bemerkungen nicht ganz überflüssig sein.

Um dem Planum, sobald es sich um Auffüllung handelt, die nöthige Festigkeit zu geben, muß die neuanzuschüttende Erde jedes Mal durchaus gleichmäßig vertheilt werden. Sind die Auffüllungen nicht allzu stark, so kann man sich durch Walzen oder Stampfen helfen, um dadurch dem neuen Boden die möglichste Festigkeit zu geben; wird jedoch die zu formirende neue Aufschüttung sehr bedeutend, so muß man schichtweise arbeiten und das Material so ausbreiten, daß dadurch das dichte Ineinanderdrängen der einzelnen Erdmassen befördert werde.

Sind die Distanzen, auf welchen das Erdreich bewegt werden soll, nicht allzu bedeutend, so kann man sich der Schiebkarren zum Transporte desselben bedienen; treten aber größere Entfernungen ein, so wird diese Bewegungsart unzweckmäßig. Dann wendet man zweirädrige Karren an, welche durch Menschen, bei noch größeren Entfernungen aber, durch Pferde gezogen werden. Auch kann man mit Vortheil kleine Hülfseisenbahnen anlegen.

Bei der Entladung dieser Karren und der Ausbreitung des Erdreichs auf dem Planum finden verschiedene Methoden Statt, indem diese Entladung entweder seitwärts nach den Böschungen zu, oder vorwärts in der Richtung der Achse der Bahntrace geschehen kann. Die erste Methode ist jedenfalls die weniger gute, da auf diese Weise die losen, hinunterrollenden Erdtheilchen eigentlich nur aufeinander hängen, anstatt sich aneinander zu pressen, was durch das spätere Anstampfen immer nur mangelhaft erreicht wird. Am Auffallendsten und zugleich am Schädlichsten ist dieser Umstand nach dem Fuße der Böschung zu, da die Erdtheile hier ihre Schnelligkeit verlieren, während der obere, mehr substantielle Theil dabei ohne die nöthige Unterstützung bleibt. Anders ist es bei den Aufschüttungen nach Vorwärts, da hier die Aufschüt-

tung allemal auf der ganzen Breite des Dampfes stattfindet, und daher der bereits aufgeschüttete Theil jedes Mal durch die spätere Nachfüllung einen gewissen Grad von Consistenz erhält, welcher noch dadurch vermehrt wird, daß die Arbeiter und die Transportmittel einen gewissen Druck darauf ausüben.

Die Aufschüttungen sollten daher niemals seitwärts, sondern immer in der Richtung der Bahnlinie vorgenommen werden; wollte man jedoch nichtsdestoweniger seitwärts abladen, so müßte dies auf die in Fig. 64 angegebene Weise geschehen. Man würde nämlich auf einer bedeutenden Länge der Bahn die Aufschüttung von Unten auf beginnen, indem man eine Ableitungsbahn **b** auf Böcken **c, c** von der Krone des Dammes so weit vorschöbe, daß man etwa nur das Stück der Böschung von **a** bis d auffüllte, alsdann das Stück von d bis e folgen ließe, und so fort, bis man die Krone des Dammes erreicht hätte. Auf diese Weise müßte man die Auffüllung von der Mitte des Profils aus beginnen und nach Außen hin anschütten, wodurch man den Vortheil erlangen würde, daß der Kern des Profils durch die nachfolgenden Anschüttungsarbeiten bedeutend consolidirt würde. Das fortwährende Verlegen der Ableitungsbahn aber macht diese Methode kostspielig und zeitraubend.

Bei sehr breiten Dämmen sollte man anfänglich, wie in Fig. 65 auf **b c** und **f g**, Hülfseisenbahnen legen, und diesen Theil des Profils vollenden. Späterhin, sobald jene Theile sich etwas consolidirt haben, könnte man dann auf **d e** ebenfalls eine Hülfsbahn anlegen und diesen Theil des Profiles dann um so besser vollenden. Die Fälle, wo man ein solches Verfahren anwenden könnte, werden indessen selten vorkommen nnd lassen auch den Zweck selbst eigentlich unerfüllt, weßwegen es unter allen Umständen

am Zweckmäßigsten ist, gleich das ganze Dammprofil auszuarbeiten. Man wird nämlich die Auffüllung selbst, gleich bei der Anlage, in der erforderlichen Höhe und mit der nöthigen Kronenbreite und den Böschungsanlagen ausführen, und zugleich auf das Setzen oder Sinken der losen Erde insofern mit Rücksicht nehmen, daß man alle Dimensionen um Etwas überhöht, wodurch man einem späteren zu starken Einsinken vorbeugt.

Die Arbeit selbst schichtweise vorzunehmen, wie dies oben vorgeschlagen wurde, wird nur bei geringen Auffüllungen anwendbar sein, obgleich es dem Ganzen eine größere Solidität verleiht, umsomehr, wenn der Transport der Materialien stets auf dem neuen Planum geschieht. Daß das zur Aufschüttung zu benutzende Erdreich vorher von Allem, was durch Fäulniß oder Druck ein Nachsinken veranlassen könnte, gesäubert werden muß, versteht sich von selbst.

Sehr hohe Aufschüttungen (embankments) sollten, damit sie die größtmöglichste Solidität erlangen, mindestens einen Winter unbebaut liegen bleiben, eine Maßregel, welche überhaupt bei allen Dämmen ohne Ausnahme empfehlenswürdig ist.

In Hinsicht auf die Böschungsanlage, welche man den Erdaufschüttungen zu geben hat, läßt sich im Allgemeinen nichts feststellen, da dieser Gegenstand sich allemal nach den Localverhältnissen normirt. Gewöhnlich wird man eine ein- oder anderthalbfußige Böschung anwenden müssen, die jedoch den Umständen nach bis zu einer zweifußigen und noch größeren erweitert werden muß.

Die Breite des Planums richtet sich darnach, wie viele Schienenbahnen auf demselben angelegt werden sollen. Wenn auch bei einer Hauptbahn anfänglich nur die Anlage eines Geleises beabsichtigt wird, so sollte man dennoch dieselbe immer für zwei

Geleise einrichten, weil eine spätere Verbreitung des Planums allemal eine geringere Solidität desselben herbeiführt; ein Nachtheil, welcher dadurch keineswegs compensirt wird, daß die spätere Erdbewegung durch Benutzung der schon bestehenden Bahn ein viel geringeres Anlage-Capital erfordert.

Der Zwischenraum zwischen zwei Bahnen sollte immer mindestens 1 Fuß größer sein, als die Breite des Geleises.

Die Kronenbreite des Planums hängt ferner von der Güte des Erdreiches ab; gewöhnlich nimmt man 4 bis 5 Fuß Raum vom Ende der Längenunterstützung der Schienen bis zum Anfange der Böschung als Minimum an. Bei Einschnitten muß die Krone des Planums mindestens so breit sein, daß wenigstens noch ein Banket von 4 Fuß Breite von der Längenunterstützung der Schienen einer einfachen oder doppelten Bahn bis an die äußeren Wasserabzugsgräben übrig sei.

Während der Formation des Dammes ist jede Wasseransammlung möglichst zu vermeiden. Nach Vollendung der ganzen Aufschüttung wird dieselbe gehörig profilirt und die Böschungen, wenn das aufgefüllte Erdreich gut ist, mit Grassamen besäet. Taugt das Erdreich nicht dazu, so muß man den Damm mit guter Erde plattiren und dann erst besäen, oder man muß ihn mit niedrigem Strauchwerk bepflanzen.

Für die Trockenhaltung der Bahn legt man Abzugsgräben längs derselben, am Fuße der Aufschüttung, an. Arbeitet man dagegen im Abtrage, so werden nicht allein neben dem Planum, sondern auch in den Ausgrabungsanlagen selbst, oder oben zur Seite derselben Abzugsgräben angelegt, um alles Wasser soviel, als möglich, von der Bahn entfernt zu halten. In England wendet man außerdem bis-

weilen noch thönerne Röhren, 2 bis 3 Zoll im Durchmesser, an, um das Wasser zwischen den Schienenreihen unterirdisch abzuleiten.

Durchlässe zur Abführung des Wassers außerhalb des Planums können auf sehr verschiedene Weise construirt werden. Beispiele davon sind in Fig. 66, 67 und 68 dargestellt. In sumpfigem oder quellhaltigem Boden müssen jedenfalls unter dem Planum gemauerte Ableitungsrinnen oder Canäle angebracht werden, welche in die Seitengräben ausmünden.

Bei sehr kostspieligem Terrain, und wenn das Steinmaterial nur einigermaßen billiger im Preise steht, kann man die Ausdehnung der Anlage, sowohl im Auftrage, als im Abtrage, verringern, indem man Futtermauern anlegt und dieselben aus solidem Mauerwerke, mit den gehörigen Strebepfeilern versehen, aufführt.

Die Stärke, welche man solchen Futtermauern geben muß, wird durch den Druck des dahinterliegenden Erdreiches bestimmt und richtet sich nach der zu stützenden Erdmasse und nach der Höhe der Mauern. Die Grundsätze, nach welchen man bei derartigen Anlagen zu verfahren hat, sind in allen Lehrbüchern der Ingenieur-Wissenschaften auseinandergesetzt, weshalb wir unsere Leser auf diese verweisen.

In Gegenden, wo das Steinmaterial sehr wohlfeil ist, erlangt man diese Futtermauern und ihre Strebepfeiler auch durch das trockene Aufeinanderlegen von Bruchsteinen, denen man eine mäßige Anlage, etwa wie 1 zu 10, gibt.

Es leuchtet ferner ein, daß der Werth der Bahn um so mehr steigt, mit je größerer Solidität die Erdarbeit in allen Theilen, namentlich in der Oberfläche, ausgeführt ist, und es muß dieselbe bei der Etablirung des Fundamentes vollkommen trocken sein, weshalb man auch zu den Aufschüttungen vorzugs-

weise Kies oder Sand verwendet sollte. Nasser Lehm, überhaupt jede Erde, welche mit vielen vegetabilischen Stoffen geschwängert ist, wird dem vorgesteckten Zweck am Wenigsten entsprechen; ist man aber dennoch gezwungen, dergleichen anzuwenden, so muß man dieselben zuvor höchst sorgfältig in kleine Stücke zerschlagen und von allen schädlichen Bestandtheilen reinigen.

Ist der zu erhöhende oder solid zu machende Boden von moorartiger Beschaffenheit, so muß man das Wasser durch Abzugsgräben abzuleiten suchen, die obere Rasendecke abheben und dann erst die Auffüllungsarbeiten beginnen. Kommt man auf diese Weise nicht zum Ziele, so muß man den Moorboden so tief, als möglich, ausheben, und mit der Auffüllung so lange fortfahren, bis das aufgetragene Erdreich nicht mehr nachsinkt. Ist der Moorboden grundlos, so thut man am Besten, einen Pfahlrost zu schlagen und auf diesen eine Mauer oder zweckmäßige Holzconstruction zu gründen, auf welcher man alsdann die Schienenbahn etablirt. Faschinendämme in einem solchen Boden vorzurichten, dürfte weniger zu empfehlen sein. Die Auffüllungsarbeiten geschehen hierbei am Besten und Zweckmäßigsten auf Hülfsbahnen, welche man durch Unterlagen von möglichst breiten Bohlen vor dem Einsinken schützt.

Sämmtliche Pfähle müssen, wo es immer sein kann, mit ihren Köpfen so tief unter der vielleicht später aufzuschüttenden Erdoberfläche liegen, daß sie dem Verfaulen weniger ausgesetzt sind, überhaupt aber müssen sie gehörig getheert werden. Sämmtliche Pfähle müssen der Länge nach durch eine aufgezapfte Schwelle h miteinander verbunden werden, und erst über diese werden die Querschwellen für die Schienenunterlagen aufgekämmt. Die Localverhältnisse sprechen hier sehr viel mit.

In den holzreichen Gegenden Amerika's sucht man die zu großen Unebenheiten des Terrains, welche man zur Erlangung der für die Bahn erforderlichen Höhe durch Auffüllungen hätte ausgleichen müssen, entweder durch Pfähle, auf deren Köpfen unmittelbar die Bahn ruht, oder durch eine auf diese Pfähle gesetzte Holzwand, durch welche die Bahn gestützt wird, zu erreichen. Diese Holzwände (truss-work) erhalten sehr verschiedenartige Constructionen, doch macht die geringe Solidität derselben sie, im Ganzen genommen, wenig empfehlenswerth. Bei ihrer beträchtlichen Höhe nämlich sind sie wenig dazu geeignet, der Erschütterung, welche durch die sich darauf hin- und herbewegenden Fahrzeuge entsteht, den gehörigen Widerstand entgegenzusetzen; will man sie aber diesem Zwecke gemäß construiren, so werden sie, namentlich in holzarmen Ländern, sehr kostspielig. Eine Ausnahme hiervon machen natürlich die Uebergänge über Thäler, oder sehr tief liegende, noch anderweit zu benutzende Orte, wo eine Brücke oder Bogenstellung, sei es von Steinen, Ziegeln oder Holz erbaut, eine passende Anwendung findet.

In Amerika wendet man diese **truss-works** oder **trestle-piers** jedoch immer noch häufig an. Man etablirt dann später, ja selbst erst bei'm Verfaulen des Holzes, die Erdaufschüttung, welche dann durch die bereits bestehende Eisenbahn um so billiger und zu einer gelegeneren Zeit bewerkstelligt werden kann.

Da die Eisenbahnen sehr häufig mit den Land- oder Commercialstraßen und mit den Vicinalwegen collidiren werden, so muß gleich bei Anlegung des Planums auf dieses Durchschneiden der Straßen (crossing) ein besonderes Augenmerk gerichtet werden.

Das Durchschneiden der Straßen selbst kann hinsichtlich der Lage der Bahn gegen das angren-

zende Terrain, oder in Folge bestehender Gesetze auf verschiedene Art bewerkstelligt werden. Entwedet wird die Landstraße über oder unter der Bahn durchgeführt, oder beide fallen in eine und dieselbe Ebene.

Soll die Straße oberhalb der Bahn geführt werden, so bedingen die Tiefe des Erdeinschnittes, welcher durch die Anlage der Bahn nöthig wurde, die Natur des Bodens, folglich auch die Anlage und Entwässerung, sowie die Bedeutsamkeit der Straße selbst, endlich aber auch die Beschaffenheit der Localverhältnisse, die Bauart der für diesen Zweck anzulegenden Ueberbrückung. Als Regel steht für die Höhe der Durchfahrt fest, daß das Minimum dieser Höhe über den Schienen bei alleiniger Anwendung der Norris'schen Locomotive 15 Fuß, sonst aber 15 Fuß 6 Zoll sein muß. Ist der Einschnitt weniger tief, so muß die fehlende Höhe durch eine Aufschüttung zu beiden Seiten hervorgebracht werden. Diese Aufschüttung bildet dann die Auffahrt oder Rampe der Brücke, und ihre Anlage kann zwischen 1 zu 15 und 1 zu 18, je nach der Größe der Passage auf dem Wege, angenommen werden.

Die Bogenweite der Brücke, also die eigentliche Durchfahrt, hängt von der Breite der Bahn und von dem Umfange der erforderlichen Entwässerungsanlagen ab. Letztere erfordern um so mehr Sorgfalt, je tiefer der Einschnitt ist, und werden in den meisten Fällen eine Bogenweite von 23 bis 33 Fuß nöthig machen. Das zuerst angegebene Maß wird jedoch nur da Anwendung finden, wo die Entwässerung der Bahn außerhalb der Brücke stattfinden kann.

Die Construction dieser Ueberbrückung gehört in ein Fach der Architectur und Brückenbaukunst, worüber weiter unten Einiges mitgetheilt werden wird.

Soll dagegen der Landweg unterhalb der Eisenbahn durchgeführt werden, so hängt die anzuwen-

dende Construction lediglich von der Situation der Bahn ab. Ist dieselbe nämlich mittelst eines Viaductes über das Terrain, auf welchem der Weg liegt, hinweggeführt, so bedarf es für letzteren keiner andern Vorkehrung, als vielleicht einer Verlegung desselben, um unter einer der Bogen- oder Jochöffnungen hindurchgeführt werden zu können. Die gänzliche Verlegung des Weges, oder, wenn das Terrain es zuläßt, ein Einschnitt, wird nämlich nur dann nöthig werden, wenn die Höhe des Viaductes über dem natürlichen Boden keine Passage für gewöhnliche Fuhrwerke, unter der Bahn hindurch, zuläßt, was indeß selten der Fall sein wird, weil sonst nur eine Erdaufschüttung in Stelle des Viaductes angeordnet sein würde. Einige für solche Viaducte passende Constructionen sind bei'm Abschnitte von den Brücken durch Beispiele erläutert.

Ist endlich die Bahn mittelst einer Aufschüttung über einen Weg zu führen, so ist für den letzteren die nöthige Oeffnung mittelst eines Gewölbes oder Tunnels zu erlangen, oder der Landweg ist durch Rampen zur Höhe der Bahn zu erheben.

Derjenige Fall, wo die Eisenbahn und der Landweg in einer und derselben Ebene liegen, oder wo nur unbedeutende Rampen für den Landweg gebraucht werden, ist in England durch die neuerdings gegebenen Gesetze als unzulässig verboten worden, wodurch zwar allerdings die größte Sicherheit für die Passage auf beiden erlangt, das Anlagecapital für die Eisenbahn aber bedeutend erhöht wird. Uns ist in Amerika kein Fall bekannt geworden, wo durch diesen Umstand irgend ein Unglück geschehen wäre, welchem um so eher vorgebeugt wird, sobald die Landwege durch Barrieren geschlossen gehalten werden, welche man nur dann öffnet, wenn die Eisenbahn nicht befahren wird. Das Nähere über diesen

Gegenstand wird bei Gelegenheit der Einfriedigung der Bahnen erörtert werden.

Soll bei dergleichen Kreuzungen das gewöhnliche Fuhrwerk quer über die Schienen der Bahn fahren, so wird es nöthig, zum Schutze der letzteren folgende Construction des Bahnplanums anzuwenden.

Die ganze Fläche der Bahn, so weit dieselbe mit der Vicinalstraße in Berührung kommt, ist, um die Passage für die gewöhnlichen Fuhrwerke so bequem, als möglich zu machen, mit einer Steinpflasterung zu versehen, welche von regelmäßig, am Besten in Cubikform behauenen Steinen gefertigt wird, und deren Niveau entweder mit dem der Eisenbahnschienen gleich hoch liegt, oder welche, was fast noch besser ist, um ½ Zoll niedriger als die Bahnschienen gelegt wird. Statt der Pflasterung mit Steinen kann man auch eine solche von Holzwürfeln, deren Hirnseite nach Oben gerichtet ist, anwenden. Das Ganze erhält, nach allen vier Seiten hin, einen geringen Abfall von der Mitte aus, um das Regenwasser und andere Unreinigkeiten, welche sich bei dem Uebergange des gewöhnlichen Fuhrwerkes über die Schienen in der Nähe der letzteren absetzen würden, von der Rinne **M**, Fig. 70, entfernt zu halten und nach dem Hauptabzugsgraben der Bahn, welcher außerhalb des Straßenüberganges liegt, zu leiten. Den Raum zwischen den Schienen, statt denselben zu pflastern, nur mit Erde oder kleingeschlagenen Steinen auszufüllen, ist durchaus unrathsam, indem dadurch sehr bald ungleichmäßige Setzungen entstehen müßten. Die den Schienen zunächst liegenden Kanten des Pflasters werden mit platten Schienen belegt, wie es aus dem Profil, Fig. 69 und 70, näher hervorgeht. Diese Hülfsschienen werden dann auf den Pflastersteinen oder Holzwürfeln, wie gewöhnlich, angebracht, und zwar zeigt Fig. 70 die Construction bei Steinen,

und Fig. 69 diejenige, wo Holzwürfel angewendet sind.

Sobald in Ermangelung der Steine die Pflasterung mittelst Holzblöcken oder Langholzstücken geschieht, wird eine Holzschwelle in der ganzen Breite der Landpassage zu beiden Seiten jeder Schienenreihe angebracht und, nach Umständen, einfach oder doppelt mit Flachschienen belegt, um sie vor der Abnutzung zu schützen, siehe Fig. 69. Zuweilen legt man auch die Bahnschiene ebenso hoch oder nur etwas tiefer, als diese Seitenstücke. Das Tieferlegen der Eisenbahnschienen hat den Vortheil, daß die Räder der, die Kreuzung passirenden, gewöhnlichen Fuhrwerke die Bahnschienen nicht berühren, daher nicht abnutzen, oder in ihrer Lage stören können; dagegen hat es aber den Nachtheil, daß der Schmutz sich leichter auf diesen Schienen anhäuft und dadurch nicht allein die Reibung bedeutend vermehrt, sondern daß sich auch leicht Holz oder Steine zwischen die Holzlage und die Schienen klemmen können, wodurch das Ausspringen der Wagen herbeigeführt werden könnte. Es ist daher, wenn dieser Theil der Bahn nicht unter gehöriger und ununterbrochener Aufsicht steht, besser, die Schiene mit den Seitenstücken in ein und dasselbe Niveau oder sogar ein Wenig erhaben über dieselben zu legen.

Die Seitenschwellen sind immer so zu construiren, daß das Wagenrad in allen Fällen frei und ungehindert passiren kann, wobei besonders der Spurkranz berücksichtigt werden muß, der, obgleich er nur einen Zoll dick ist, des Spielraumes wegen, für die Rinne **M**, Fig. 70, wenigstens eine Breite von 2 Zoll, bei einer Tiefe von 2 bis 3 Zoll, erfordert. Da sich hier aber in dieser Rinne immer Unreinigkeiten ansetzen, oder Wasser sammeln wird, ist ein gemauerter oder auf irgend andere Weise zu

etablirender Abzugscanal unter derselben in den meisten Fällen sehr vortheilhaft. S. Fig. 69 bei **M.**

Solche Canäle sind gewöhnlich nach Fig. 71 construirt und von hinlänglicher Größe, um für einen Knaben, der dieselben reinigen soll, Raum genug zu geben. Alle 16 bis 17 Zoll befinden sich unter den Schienen Oeffnungen zum Abflusse des Wassers und sonstiger Unreinigkeiten. Da jedoch die Anlage eines solchen Canales allemal sehr kostspielig ist, werden in den meisten Fällen einzelne Rinnen, welche nach dem Profile Fig. 69 construirt sind und sich außerhalb, in den gewöhnlichen Abzugsgräben der Bahn, entledigen, dem Zwecke hinlänglich entsprechen, indem diese Abzugsgräben jedenfalls, oder doch in den meisten Fällen außerhalb der Bahn, in gerader Richtung fortgeführt werden müssen und dort weniger kostspielig construirt zu werden brauchen, da sie nur einer gewöhnlichen Ueberwölbung bedürfen. Da jede Abweichung von der allgemeinen Construction der Bahn Veranlassung zu Unregelmäßigkeiten und Unglücksfällen bei'm Befahren geben kann, hat man in Deutschland, der größeren Sicherheit wegen, diese Plätze unter besondere Aufsicht von Bahnwärtern gestellt, die dann gleichzeitig die dort etablirten Barrièren controliren können, um das Zusammentreffen von Fuhrwerken und Bahnwagen zu vermeiden.

Ein anderer Fall der Kreuzungen der Bahnen ist derjenige, wo nicht Landstraßen, sondern Wasserstraßen von der Eisenbahn überschritten werden. Dieser Fall läßt die mannigfaltigsten Modificationen zu, da diese Wasserstraßen, sowohl in ihrer Größe, als in ihrer Beschaffenheit, sehr verschiedenartig sein können, und der Uebergang selbst schon durch den Winkel, unter welchem die Kreuzung stattfindet, mancherlei Veränderungen, hinsichtlich der einen oder der andern zu erwählenden Construction, unterliegen muß.

Wir wollen hier diese Uebergänge der Reihe nach einer näheren Beobachtung unterziehen und wenden uns daher zuerst zu deren kleinster Form.

Bei Anlagen von Eisenbahnen wird häufig bei der Ueberschreitung kleiner Abzugsgräben, Wasserzüge und Straßenübergänge die Anlage von Durchlässen erforderlich werden, ohne daß dazu die nöthige Höhe zur Anlage eines Gewölbes oder einer ähnlichen Construction vorhanden wäre. In dergleichen Fällen kann man sich dann durch eine Eisenconstruction helfen, da in der Regel selbst eine Holzconstruction noch eine zu große Höhe erfordert. Wird die Bahn allein mit Locomotiven befahren, so ist es gar nicht einmal erforderlich, die Oeffnung selbst zu schließen, es dürfen dann nur in der Richtung der Schienen eiserne Rippen über die Oeffnung gelegt und gehörig befestigt werden.

Man kann alsdann deren Querschnitt entweder gleich so einrichten, daß sie selbst die Stelle der Bahnschiene vertreten, oder sie erscheinen in ihrer Construction als die, die Schienen unterstützenden Langschwellen, und die Schienen werden dann mit Schraubenbolzen auf denselben befestigt. Auf diese Art werden gewöhnlich wenige, guß- oder schmiedeeiserne, Rippen von höchstens 6 bis 8 Zoll Höhe einen hinreichend sichern Uebergang für den Durchlaß gewähren. Bei Anwendung von Flachschienen ohne Stühle ist es nur erforderlich, den eisernen Trägern oben eine solche Fläche zu geben, daß die Schienen mit Schraubenbolzen darauf befestigt werden können. Gleichzeitig wird es gut sein, wenn die Schiene dick genug ist, daß der hohe Rand des Spurkranzes daran hinstreichen kann, ohne den Träger zu berühren, dieselbe um $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll auf der innern Seite von der Kante des Trägers zurückzurücken, um einem etwaigen Ueberkippen der Bahnschiene nach

Innen vorzubeugen und derselben eine sichere Auflage zu geben. Um den eisernen Trägern selbst eine größere Stabilität zu verschaffen, können dieselben unten die sogenannte Fischbauchform erhalten.

Die Träger selbst können noch durch eiserne Anker miteinander verbunden und in die beiden Ufer haltbar eingemauert werden. Auf diese Weise wird man eine dauerhafte Verbindung erhalten und die Oeffnung hinreichenden Raum gewähren, um sich bei'm etwaigen Zuschwemmen derselben von Oben her leicht reinigen zu lassen. Wird die Bahn, außer mit Locomotiven, auch noch mit Pferden benutzt, so muß natürlich die Oeffnung zwischen den Unterlagen geschlossen werden, und es ist dann nur noch nöthig, einen 3 Zoll starken Bohlenbelag über die eisernen Träger und erst auf diesen die Eisenbahnschiene zu legen. Auch kann die Oeffnung durch kleine, zwischen die eisernen Träger gesprengte Gewölbe geschlossen werden, in welchem Falle dann das Auflegen der kleinen Gewölbe durch an diese Träger angegossene Lappen gebildet werden muß.

Diese Gewölbe können natürlich bei ihrer sehr geringen Spannweite sehr flach sein und dennoch die hinreichende Widerstandsfähigkeit haben.

Handelt es sich hingegen um die Ueberspannung größerer Weiten, z. B. die Führung einer Bahn über einen Canal, Fluß oder ein niedrig gelegenes, Ueberschwemmungen ausgesetztes oder anderweitig zu benutzendes Land, so kann dies allein durch eine Brücke (Viaduct) geschehen, deren Höhe und Form dann von den obwaltenden Verhältnissen bedingt wird. Ist man aber im umgekehrten Falle durch die Umstände genöthigt, die Bahn unterhalb der Oberfläche irgend eines Terrainhindernisses, z. B. eines Berges oder Canales, durchzuführen, so geschieht dies in ei-

nem Tunnel, oder der Canal wird mittelst eines Aquäductes über die Eisenbahn hinweggeführt.

Wir betrachten in Bezug auf die Eisenbahnen

A. Die Brücken.

Schon in den ältesten Zeiten hatte man vom Brückenbau, sowohl aus Holz, als aus Steinen, sehr gründliche Kenntnisse, und die Brücken der Römer zeichnen sich noch in ihren Ueberresten durch stolze und kräftige Architectur vortheilhaft aus. In späterer Zeit hat sich vorzugsweise Deutschland, in der Construction hölzerner, Frankreich, namentlich unter Perronet, durch massive, und England unter dem Einflusse von Telford gleichfalls durch massive, ganz besonders aber durch eiserne Brücken, sowie durch musterhafte Einrichtung, Größe und Schönheit derselben, vor allen übrigen Völkern ausgezeichnet. Den Ingenieurs in den vereinigten Freistaaten Nordamerika's, die in den meisten Unternehmungen Kühnheit, Zweckmäßigkeit und Einfachheit verbinden, wodurch alle ihre Werke einen ganz eigenthümlichen Charakter erhalten, verdanken wir verschiedene Constructionen von hölzernen Brücken, welche sich auf eine ausgezeichnete Weise von allen bis dahin gebräuchlichen Systemen unterschieden. Da es außer dem Bereiche dieses Werkes liegt, ein vollständiges Handbuch der Brückenbaukunst zu liefern, oder eine Aufzählung aller Arten der für Eisenbahnen anzuwendenden Brücken durchzuführen, sollen hier nur einige allgemeine Regeln, nach denen man sich, den Umständen folgend, für eins oder das andere der bis jetzt bekannten Systeme entscheiden kann, angeführt werden. Außerdem aber werden noch die Beschreibungen einiger, wenig gekannter, amerikanischer Brücken mit hinzugefügt werden.

Da eiserne Brücken für Eisenbahnen, ihrer Kostspieligkeit wegen, in Deutschland weniger Anwendung finden möchten, so soll deren hier keine weitere Erwähnung geschehen, sondern nur von den massiven und den hölzernen Brücken das Nothwendige beigebracht werden.

I. Massive Brücken.

Dieselben zerfallen in Durchlässe und Brücken.

Unter dem Worte Durchlaß versteht man jede Oeffnung, welche dazu dient, irgend einer Wassermasse einen freien Weg durch einen Damm zu gewähren, so lange noch ein Theil des Erdkörpers vom Planum oberhalb des Gewölbes liegt; dagegen erhält das Bauwerk den Namen Brücke, sobald die Fahrbahn unmittelbar auf der Oberfläche des Brückenkörpers selbst fortgeführt wird.

Beide Arten von Anlagen erhalten, in Bezug auf die Construction einer Eisenbahn, eine größere Wichtigkeit, als wenn es sich nur um eine gewöhnliche Kunststraße handelt. Da bei einer Eisenbahn etwaige Beschädigungen des Dammkörpers oder wohl gar, bei außerordentlichen Fällen, das augenblickliche Ueberfließen des Hochwassers den Zweck der Bahn, als sicheres Communicationsmittel zu dienen, nothwendig ganz vereiteln würden, da alle Transportmittel eben nur auf die Bahn berechnet sind, jedenfalls aber ein angerichteter Schaden nur mit bedeutenden Opfern ersetzt werden könnte, so erfordert diese Anlage, sowohl der Durchlässe, als der Brücken, für Eisenbahnen die größte Umsicht und die sorgfältigste Beachtung aller nur möglicherweise denkbaren Zufälligkeiten.

Es wird daher immer eines der ersten Erfordernisse einer guten Eisenbahnanlage sein, durch eine hinreichende Anzahl von Brücken und Durchlässen für

die stete Trockenlegung des Planums, als der Grundlage des soliden Zustandes der Bahn selbst, zu sorgen. Durch die bedingte Lage der Dammkrone, welche sich nicht, wie bei Anlagen der Kunststraßen, dem Wechsel des Terrains anschmiegen kann, wird man außerdem sehr oft genöthigt sein, zu Brückenanlagen bei Ueberschreitung von Thälern, Morästen oder Niederungen seine Zuflucht zu nehmen, wo eine Dammanlage entweder zu kostspielig oder sonst unzulässig sein würde, und solche Bauten, die eigentlich Landbrücken sind, erhalten dann den Namen Viaducte.

Die Anlage und Construction kleiner Durchlässe von 2, 3 und 4 Fuß Oeffnung, welche mit Platten überdeckt oder mit rohen Steinen überwölbt werden, ist schon weiter oben durch Fig. 66 bis 68 angedeutet worden. Von 4 Fuß Oeffnung an muß jedoch die Spannung schon durch ein regelmäßiges Gewölbe geschlossen werden, wo jedenfalls bei den geringeren Spannweiten die Construction mit guten und dauerhaften Ziegeln, sobald die Spannweiten aber 40 Fuß übersteigen, mit Bruchsteinen, welche als Quaderstücke sorgfältig nach der Schablone bearbeitet werden sollen, ausgeführt werden muß. In England, wo die Bruchsteine dem Aeußern nach unansehnlich sind, aber dabei einen vortrefflichen inneren Gehalt haben, und wo die Mauerarbeiten in Ziegelwerk ausgeführt sind, findet man die kühnsten Wölbungen bei sehr geringen Bogenstärken.

Ein Beispiel hiervon liefert der Viaduct der Midland-Counties-Eisenbahn, welcher von dem ausgezeichneten Ingenieur Char. Vignoles construirt wurde. Die einzelnen Spannweiten der Bögen betragen hier 50 Fuß Engl., und das Gewölbe, dessen Bogen aus 5 Mittelpuncten geschlagen ist, hat eine Stärke von nur 2 Fuß 3 Zoll Engl. Ueberhaupt gewähren, sobald das Baumaterial gut ist,

die Gewölbe aus Ziegelsteinen manche Vortheile. So sind dieselben, z. B., leichter und wohlfeiler, erfordern auch minder starke Lehrbögen und minder starke Widerlager, als die aus behauenem Stein construirten.

a. Die Wölbung.

Was die Form der Wölbung betrifft, so kommen hierbei verschiedene Constructionen in Anwendung; entweder sind die Bögen kreisförmig, d. h. Halbkreise, oder auch Kreissegmente, oder es werden sogenannte Korbbögen angewendet, deren man aus drei, aus fünf oder sogar aus eilf verschiedenen Mittelpuncten construirt.

Von allen hier genannten ist die Halbkreisform die vorzüglichere, da sie den geringsten Seitenschub ausübt, deshalb auch die schwächsten Widerlager erfordert und mit geringerer Sorgfalt und geringeren Mitteln ausgeführt werden kann; doch wird sie in den wenigsten Fällen anzuwenden sein, da man selten Höhe genug für den Bogen haben wird, ohne bedeutende Appareillen machen zu müssen. Ihr Gebrauch im Großen wird sich daher auf Viaducte über sehr tiefe Einschnitte beschränken. Bei kleineren Durchlassen von 4, 6, 8 bis 12 Fuß findet die halbkreisförmige Ueberspannung am Meisten Anwendung.

Die Stärke des Gewölbes im Schlusse hängt ganz von der Spannung und von der Form der oben angegebenen Bögen ab. Bei kleineren Durchlässen bis zu 6 Fuß Breite macht man das Gewölbe einen Stein stark, bei größeren Spannungen nicht unter $1\frac{1}{2}$ Stein. In Deutschland wendet man gewöhnlich folgende Stärken an, wobei die Länge des Ziegels zu 10 Zoll angenommen ist.

Von	4	bis	6	Fuß	Spannung	1	Stein	stark.
„	7	„	10	„	„	$1\frac{1}{2}$	„	„
„	11	„	15	„	„	2	„	„
„	16	„	20	„	„	$2\frac{1}{2}$	„	„
„	21	„	25	„	„	3	„	„

Bei den in England und Amerika ausgeführten Bauwerken findet man durchweg geringere Stärken angewendet.

Als practische Regel hat sich für die vollkommene Sicherheit am Meisten bewährt und kommt den vorhandenen Mustern am Nächsten, wenn man bis 72 Fuß Spannweite, $\frac{5}{144}$ der Spannweite + 12 Zoll, bei Bögen über 72 Fuß Oeffnung aber $\frac{1}{24}$ der Spannweite zur Höhe des Schlußsteines nimmt.

Hiernach erhält man also

für 24′	Spannweite	= 1′ 10″	Schlußsteinhöhe.
„ 36′	„	= 2′ 3″	„
„ 72′	„	= 3′ bis 3′ 6″	„

Bei Gewölben, welche nur ein Kreissegment zur Erzeugungslinie haben, kann die Höhe des Kreisabschnittes h, Fig. 81, im Verhältniß zur Länge der Sehne a b, klein sein und ist oft bis auf $\frac{1}{17}$ beschränkt worden; die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß man nicht mehr als $\frac{1}{8}$ nehmen soll. Die besten französischen Brücken haben $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{9}$.

Mit Bruchsteinen, die nicht behauen werden, sollte man nie Oeffnungen von mehr als 6 Fuß überspannen, um so mehr, da die Maurer selten im Wölben mit unregelmäßigen Bruchsteinen die gehörige Uebung besitzen. Die Korbbögen macht man nicht leicht flacher, als daß ihr sinus versus $\frac{1}{4}$ der Spannung betrüge, und dann läßt sich ein solcher, bis zu $\frac{1}{4}$ verdrückter Korbbogen recht gut aus 5 Mittelpuncten beschreiben. Ist eine noch größere Verdrückung

wünschenswerth, so nimmt man Kreissegmente, doch wird man immer lieber bei den Korbbögen bleiben, da sie einen geringeren Seitenschub gegen die Widerlager ausüben und in ihren Schenkeln stabiler, als die Segmentwölbung, erscheinen, obwohl nicht in Abrede zu stellen ist, daß sie weit beschwerlicher, als diese, auszuführen sind.

b. Stirn- oder Landpfeiler.

Die Stirnpfeiler erscheinen in den mannigfaltigsten Formen, je nachdem es die Oertlichkeit erheischt. Sie bilden nicht allein die Widerlager der Gewölbe, sondern stellen auch gleichzeitig die Verbindung des Dammkörpers mit der Brücke her, und sind Futtermauern für den Damm selbst oder dessen Böschungen; außerdem aber hat auch ihre Form auf den Durchfluß des Wassers durch die Brückenöffnung großen Einfluß. Die Art der gewählten Wölbelinien, die Form des Dammkörpers und die Beschaffenheit des Flußbettes werden für jeden besonderen Fall auch eine eigenthümliche Anlage der Pfeiler erfordern, und es lassen sich dafür keine allgemein gültigen Regeln aufstellen; indeß können die Stirnpfeiler im Allgemeinen, hinsichtlich ihrer Grundform, in folgende drei Klassen gebracht werden: 1) Landpfeiler mit geraden rechtwinklichen Flügeln, 2) mit schrägen Flügeln, 3) mit gebrochenen Flügeln (schräg und gerade). Doch finden sich bei jeder dieser Klassen wieder einige Variationen. Am Vortheilhaftesten würde diejenige Form erscheinen, die bei der geringsten Masse vollkommen stabil wäre, deren Grundfläche gleichzeitig am Kleinsten (in Bezug auf den immer kostspieligen Grund- und Fundamentenbau), die den besten Anschluß des Dammkörpers erlaubte, das Wasser gut durch die Brückenöffnung leitete und deren Ausführung endlich am Leichtesten herzustellen wäre.

Die einfachste Form, die zugleich die geringste Menge Material erfordert und deren Ausführung sich am Leichtesten herstellen läßt, ist diejenige, wo der Pfeiler gerade, rechtwinklich auf seiner Front stehende Flügel erhält, bildet aber immer eine sehr unvollkommene Einmündung des Wassers in die Brücken-Oeffnung, weshalb sie bei fließenden Gewässern weniger empfehlenswerth ist. Bei geringen Oeffnungen bis 8 Fuß Weite und bei geringer Höhe der Dammschüttung wendet man sie indessen gern an. Soll diese Form jedoch bei einer größern Höhe des Dammes adoptirt werden, so müssen die Fronten der Stirnpfeiler so lang gemacht werden, daß sie an jeder Seite noch ein Stück an die Dossirungsfläche reichen, und an ihre Flügel, die man dann circa 5 Fuß lang macht, legt sich der untere Theil der Dammböschung. Nachdem das Gewölbe geschlossen und über den höchsten Punct desselben noch eine $1\frac{1}{2}$ Fuß starke, 1 bis 2 Fuß hohe Stirnmauer angelegt und durch eine Rollschicht abgeglichen worden ist, wird der Dammkörper darüber geschüttet. Die Figg. 72, 73 und 74 zeigen diese Construction näher.

Da bei dieser Anlage die Widerlagen eine bedeutende Länge erhalten, so wird solche nur da als zweckmäßig zu empfehlen sein, wo die Fundamentirung nicht tief ist, kein Wasserschöpfen und keine künstliche Gründung erfordert wird. Bei fließendem Wasser ist indessen der Anschluß der Dammdossirung an den geraden Flügel keineswegs empfehlenswerth; hingegen erscheint es in diesem Falle vortheilhafter, sehr schräge Flügel anzuwenden, da dieselben gleichzeitig dem Unterspülen der Pfeiler vorbeugen und den Stoß des Wassers gegen die Dammböschung und die Pfeiler verhüten, im Gegentheil die etwaigen Hochwässer nach und nach einengen und ruhig durch die Brückenöffnung leiten.

In Bezug der Richtung der Flügel gegen die Front des Stirnpfeilers ist das Maximum, beide unter einem Winkel von 45° gegeneinander stoßen zu lassen; da jedoch hierdurch eine zu große Menge von Wasser aufgenommen und zusammengepreßt der engen Oeffnung zugeführt wird, da andererseits auch die Flügelwände für diese Flügel zu lang werden müßten, um bei hohen Dammschüttungen die ganzen Dossirungen aufzunehmen, so wendet man, in der Regel, das Mittel davon, und zwar für die Abweichung der schrägen Flügelmauer der Pfeilerfront, einen Winkel von 22½ Grad, an. Die Flügelmauer in ihrer ganzen Länge bis zur Dammkrone in die Höhe zu führen, würde viel Material und Arbeitslohn kosten, ohne einen besonderen Vortheil zu gewähren, im Gegentheil würde der Anschluß und die Verbindung der Dammböschungen mit diesen Flügeln unbequem werden. Man führt deshalb, in der Regel, nur die äußersten Enden derselben einige Fuß über das Terrain in die Höhe, und böscht von da ab den schrägen Flügel bis zum Anschluß an die Stirnmauer und bis zur Höhe der Dammkrone ab, und zwar so, daß diese Böschung mit der Böschungsfläche der Dammanlage in eine Ebene fällt, siehe Fig. 75, 76, 77. Ebenso kann auch das äußere Ende des schrägen Flügels schon vom Terrain ab in der Anlage des Dammes geböscht und in die Höhe geführt werden, wodurch dann der schräge Flügel die Dammanlage begrenzt, und seine Anschließung bis zum Terrain in die Ebene der Dammböschung fällt, Fig. 78. Oft wird auch, wenn man das äußere Ende des schrägen Flügels einige Fuß über das Terrain erhoben hat, solches wagerecht auf mehrere Fuße fortgeführt und dann, schräg geböscht, bis zur Krone des Dammes in die Höhe geführt, wie die punctirten Linien in Fig. 77 angeben. Da

jedoch bei der geringen Menge Material, die dadurch erspart wird, entweder der gehörige Anschluß der Dammanlage gestört wird, oder der schräge Flügel unnöthig lang werden muß, so hat diese Form keinen constructiven Zweck und ist, als solche, bei der Ausführung nicht besonders empfehlenswerth.

Was die dritte Form oder die Construction mit gebrochenen Flügelwänden betrifft, so ist dieselbe vorzüglich bei größeren Bauten, und namentlich da, wo hohe Dammschüttungen sich an die Brücke anschließen, anzuwenden; die Flügelmauern können dann theils durch die Winkel, unter welche man die schrägen und geraden Theile der Flügel gegeneinander stellt, theils durch die Länge, die man den einen oder den anderen gibt, und endlich durch die Höhe derselben sehr verschiedene Formen annehmen und müssen sich allemal ganz nach der Localität richten. Vom geraden Flügel führt man $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Dammhöhe senkrecht auf, und böscht von da ab bis zur Kronenbreite den schrägen Flügel so, daß seine Abgleichung wieder in die Dammböschungsebene fällt.

Da der Druck der Dossirung gegen den mittleren Theil des schrägen Flügels am Stärksten ist, so hat man öfters, in Bezug auf Stabilität und um Material zu sparen, den schrägen Flügel nach Innen zu, mit einer Krümmung **cbd**, Fig. 79, aufgeführt, deren **sinus versus ab** $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{30}$ der Länge **cd** des Flügels beträgt. Fig. 79 zeigt diese Construction im Grundrisse, und man ist dadurch im Stande, die Flügel, ohne befürchten zu müssen, daß das Mauerwerk herausgedrückt werde, bedeutend schwächer als sonst zu construiren, obgleich dabei die Ausführung allerdings um Vieles schwieriger wird.

Was die Stärke der Stirnpfeiler betrifft, so sind solche einerseits als Widerlager des Gewölbes zu betrachten, andererseits als Futtermauer des sich

dagegen stützenden Dammes. Da sie größtentheils für das erste Bedürfniß von weit geringerer Stärke sein können, als für das zweite, so wird man dieselben ganz als Futtermauern construiren können, und es dürfte dann nicht unvortheilhaft sein, sie, wie dies in England fast allgemein geschieht, nach Oben zu um $\frac{1}{12}$ der Höhe zurückzulehnen. Es ist jedoch dabei keineswegs nöthig, daß man sich, wenn man mit Backsteinen arbeitet, dazu besonderer Formsteine bedienen müsse. Man braucht zu diesem Endzwecke nur die Lagerfugen der einzelnen Schichten rechtwinklich auf die schräge Ebene zu construiren, nachdem man zuvor im Fundamente durch keilförmig gehauene Steine in den ersten Schichten bereits die ganze Böschung vorbereitet hat.

Als practische Regel für die Stärke der Stirnpfeiler kann man Folgendes annehmen:

Die Widerlager für Durchläſſe von 20 bis 24 Fuß Weite müssen, namentlich wenn man mit Bruchsteinen baut, allemal stärker sein, als diejenigen für größere Oeffnungen, sobald bei letzteren die Dammhöhe geringer ist. Sollen diese Widerlager zugleich als Futtermauer dienen, so muß man ihnen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{5}$ der Spannweite zur Stärke geben. Bei größeren Spannweiten kann man, sobald man im Halbkreise oder in wenig gedrückten Bogen wölbt, mit $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ der Spannung ausreichen, während man für Kreisbögen, welche $\frac{1}{4}$, und für Korbbögen, welche $\frac{1}{3}$ verdrückt sind, $\frac{1}{4}$ der Spannung als Stärke der Stirnpfeiler annimmt. Bei noch stärker verdrückten Bögen reicht man mit $\frac{2}{7}$ der Spannweite vollkommen aus.

Um an Material zu sparen, macht man die Widerlager gewöhnlich viel schwächer, als hier angegeben worden ist, und gibt ihnen Strebe- oder Verstärkungspfeiler, die, je nachdem sie einem größeren oder geringeren Drucke zu widerstehen haben, entwe-

der an der Vorder- oder Hinterfronte angebracht werden, erstere gegen den Druck der Erde, letztere gegen den Schub des Gewölbes. Vor allen Dingen sind die Ecken, welche die Widerlager mit dem schrägen Flügel bilden, hinreichend stark zu machen.

Ebenso kann auch in Bezug auf das Hinterfüllen der Pfeiler bei der Ausführung selbst für einen weit geringeren Druck des Erdkörpers gesorgt werden.

Bekanntlich ist auf ein Drittel der Höhe der Dammschüttung der Druck am Stärksten, und lose aufgeschüttete Erde drückt gegen die Mauern bei'm Setzen des Dammkörpers am Meisten. Wenn man daher die Erdmasse immer nur in dünnen Lagen von 1 bis 1½ Fuß Höhe anträgt und dabei für ein sorgfältiges Feststampfen jeder einzelnen Schicht sorgt, so wird der auf diese Weise dicht hinter den Landpfeilern aufgeführte Dammtheil dem Schieben des dahinterliegenden Dammes bei'm Setzen desselben entgegenwirken und dem Pfeiler eine größere Widerstandsfähigkeit geben, als dies sonst der Fall ist. Zweckmäßig möchte es auch sein, wenn man, sobald es die Zeit erlaubt, den Damm unmittelbar hinter den Landpfeiler, auf oben beschriebene Weise, überhaupt zuerst nur auf ⅓ seiner Höhe anträgt und ihn dann mindestens 4 bis 6 Wochen liegen läßt, ehe man die weitere Aufschüttung vornimmt. Daß man übrigens gleich von Unten herauf in der ganzen Dossirungsbreite schüttet und die Dossirung nicht etwa nachträglich von Oben herunter antragen muß, verdient wohl kaum der Erwähnung.

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen wird der practisch-erfahrene Ingenieur sehr bald für jeden einzelnen Fall die wohlfeilste und vortheilhafteste Construction zu wählen wissen, ohne der Solidität dabei Abbruch zu thun. Im Allgemeinen wird die Construction mit Backsteinen weit eher ein Anschmiegen an die einzelnen Localverhältnisse, im Auf-

führen der Mauern in allen Richtungen und Flächen, im Absetzen der Flächen, wo es wünschenswerth erscheint, erlauben, als der Bau mit Werkstücken, bei welchen dergleichen immer nur durch eine umständliche, kostspielige Bearbeitung jedes einzelnen Steines bewirkt werden kann. Wie sehr die Construction mit Backsteinen alle nur erdenklichen Formen erlaubt, beweisen die englischen Brücken-Bauwerke auf den dortigen Eisenbahnen hinreichend. Zur Versinnlichung diene hier der von Robert Stephenson construirte Viaduct der London-Birmingham-Eisenbahn, von welchem Fig. 80 die Ansicht, Fig. 81 den halben Grundriß des Stirnpfeilers mit seiner Flügelmauer, Fig. 82 die halbe obere Ansicht, Fig. 83 aber einen verticalen Durchschnitt durch die Flügelmauer darstellt.

e. Mittelpfeiler.

Man kann, bei der Anlage der Mittelpfeiler eines Viaductes oder einer Brücke, dieselben entweder rein als Widerlager eines Bogens betrachten, wo man sie dann, ohne alle Rücksicht auf den entgegengesetzten Schub des nächsten Bogens, welcher eigentlich den des ersten aufheben würde, proportionirt, und dann wird für sie das gelten, was bei Bestimmung der Stärke der Stirnpfeiler angegeben worden; oder aber, man kann annehmen, daß die Wölbung der verschiedenen Bögen gleichzeitig geschieht, wo dann allerdings Druck und Schub des einen Bogens von dem des andern größtentheils wieder aufgehoben wird. Hieraus geht hervor, daß im letztern Falle der Mittelpfeiler eigentlich nichts weiter ist, als eine Stütze und daher ziemlich dünn sein kann, da er nur dem senkrechten Drucke der Gewölbemassen und dem Stoße des Wassers zu widerstehen hat. Es dürfen aber nichtsdestoweniger auch die allerdünnsten Pfeiler nicht unter 3 Fuß Dicke haben, und es sollten die-

selben bis zu 6 Fuß Dicke immer in voller Mauer und entweder von Backsteinen oder von Werkstücken erbaut werden. Zu Bestimmung der zweckmäßigsten Dicke des Körpers eines Mittelpfeilers hat man angenommen, daß man demselben für irgend ein Gewölbe die doppelte Länge des für dasselbe gehörigen Schlußsteines und zur größeren Sicherheit noch $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ dieses Maßes über diese Bestimmung zur Breite geben müsse.

Was die Formen des Mittelpfeilers betrifft, so besteht solche aus dem eigentlichen mittleren oder Mauerkörper und aus den beiden stromauf- und abwärts vorgelegten Theilen, den Häuptern, wovon das dem Strome zugekehrte das Schutzhaupt oder Oberhaupt heißt. Der Zweck dieses Schutzhauptes ist nicht allein die Zertheilung der etwanigen Eisschollen, sondern es soll durch diese Construction auch gleichzeitig bei dem durch die Brückenöffnung strömenden Wasser die kleinste Zusammenziehung des Stromes hervorgebracht und der Stromstrich in die Axe des Bogens gedrängt werden. Die Halbkreisform ist in den meisten Fällen die zweckmäßigste, und allemal dort, wo kein starker Eisgang stattfindet, anzuordnen, indem durch diese Form die scharfen Ecken des Mauerwerkes ganz vermieden werden. Da, wo ein heftiger Eisgang stattfindet, ist allerdings die stromaufwärts zugespitzte Form zweckmäßiger, indem durch sie das Eis in kleinere Massen getheilt und so auch einen geringeren Einfluß auf die Brücke selbst ausüben wird. Für diese Zuspitzung ist dann das gleichseitige sphärische Dreieck den andern geradlinigen Formen allemal vorzuziehen, da durch die geschwungene Form der Schutzpfeiler an Stärke gewinnt und gleichzeitig die scharfen Ecken verliert. Wird die Construction aus Werkstücken ausgeführt, so muß der Verband aus möglichst großen Steinen

construirt und dafür gesorgt werden, daß immer in einer Schicht um die andere, die Steine, welche die Spitze bilden, hinreichend in das übrige Mauerwerk überbinden. Bei Ziegelmauerwerk wird es in diesem Falle allerdings nothwendig werden, sich zur Ausführung bogenförmiger Steine zu bedienen, und überdem muß dann noch eine besondere eiserne Schiene durch die ganze Höhe der vordern Kante des Schutzhauptes angebracht und gut verankert werden. Da, wo kein Eisgang stattfindet, kann die gewöhnliche viereckige Form bis obenhin durchgeführt werden, wo dann der ganze Pfeiler entweder senkrecht in die Höhe geführt, oder mit $\frac{1}{12}$ der Höhe geböscht wird. Ohne daß der Stabilität des Mittelpfeilers Abbruch geschieht, kann man in denselben Oeffnungen, die man gern, außer oben, auch unten durch ein Gewölbe schließt, anbringen und dadurch Material und Arbeitslohn ersparen.

d. Hintermauerung.

Nachdem die Pfeiler einer Brücke vollendet und die Bogen, in was immer für Material oder Form, ausgeführt sind, wird zur Hintermauerung der letzteren geschritten. Diese dient weniger zur Verstärkung des Gewölbes, als hauptsächlich dazu, um das Gewölbe in seinen sogenannten Berechnungspuncten oder Knoten gehörig zu belasten, und ferner, um alle, das Gewölbe-Mauerwerk zerstörende Nässe und Feuchtigkeit von demselben abzuhalten, weshalb sie soviel, als möglich, immer das ganze Gewölbe bedecken sollte, da die geringe Menge Material und das wenige Arbeitslohn, welches durch das Freiliegen des oberen Theiles eines solchen Gewölbes erspart wird, nur von sehr geringer Bedeutung und in Bezug auf die längere Dauer, die dem Gewölbe durch den vollkommenen Anschluß der Hintermauerung gegeben wird,

gar nicht in Vergleich zu stellen ist. Sollte es zwischen dem Bogenschlusse und dem Planum der Eisenbahn an der nöthigen Höhe fehlen und daher die Hintermauerung nur bis zu einem Theile der Gewölbehöhe gemacht werden können, so sollte jedenfalls der freiliegende Theil des Gewölbes mit einem wasserdichten Ueberzuge (Cassel's bituminöse Patent-Straßenbedeckung oder dergl.), womit in England Chausseen überzogen werden, und der dem Granit ähnlich wird, bedeckt werden.

Die Stirnmauern werden von der Oberkante des Gewölbes bis zur Dammkronenhöhe, oder, wenn sie zugleich mit als Brustwehr dienen sollen, um 2½ Fuß höher, als die Krone des Dammes liegt, gemauert und dann entweder mit einer Rollschicht von Backsteinen abgedeckt, oder mit einem Deckgesims von Quadersteinen versehen. Ihre Stärke richtet sich natürlich nach ihrer Höhe; doch werden 2 Fuß, höchstens 2½ Fuß, überall ausreichen.

e. Die Brückensohle.

Die Brückensohle oder das Stück des Flußbettes zwischen den Widerlagen eines Brückenbogens, wird, um solches vor dem Unterspülen oder Auskolken zu sichern, durchgängig gepflastert und erhält alsdann drei sogenannte Heerdmauern als Einfassung des Pflasters, von denen an jedem Haupte der Brückensohle eine und die dritte in die Mitte liegt. Diese Mauern erhalten 2 bis 2½ Fuß Stärke und eine 1 bis 2 Fuß geringere Höhe, als die Fundamente. Ebenso findet sich auch in vielen Brücken die ganze Brückensohle durch ein umgekehrtes, sehr flaches Mauersteingewölbe von 1 bis 1½ Stein Stärke geschlossen, das auf beiden Seiten gehörig in das Widerlags-Mauerwerk eingreift.

II. Hölzerne Brücken.

In Gegenden, wo man einen Ueberfluß an guten und starken Bauhölzern, dagegen Mangel an Steinen hat, welche sich zu Wasserbauten eignen, oder wo man auf eine augenblickliche Ersparniß an Zeit und an Geld sehen muß, ist man oft nothgedrungen, statt massiver Brücken, deren von Holz zu erbauen.

Die Construction der hölzernen Brücken erfordert, so einfach sie an und für sich bei geringen Spannweiten ist, dennoch für weitere Bogenöffnungen eine sehr große Ueberlegung und einen gewandten Ingenieur. Aus diesem Grunde haben sich von jeher die Brückenbaumeister sehr ernsthaft mit dergleichen Constructionen beschäftigt, und Deutschland hatte unbestritten den Ruf, die besten und kühnsten hölzernen Brücken zu besitzen. Alle dabei angewendeten Holzverbindungen waren jedoch höchst zusammengesetzt und so verwickelt, daß man in neuerer Zeit den Wunsch nicht unterdrücken konnte, einfachere Constructionen anwenden zu können. Aus diesem Verlangen entstanden die Brücken aus Bohlenbögen nach Delorme und Gilly; ihnen folgten in der neuesten Zeit die sogenannten Holzfedern des Obristen Emy in Frankreich; zuletzt aber haben die amerikanischen Ingenieurs den Preis errungen und Brücken mit sehr bedeutenden Bogenweiten — bis zu 345 Fuß Spannung — mit so einfachen Verbindungen erbaut, daß nur das Factum, daß diese Brücken wirklich seit Jahren schon unwandelbar bestehen, uns die Ueberzeugung geben kann, dergleichen Constructionen seien wirklich ausführbar.

Da es nicht erwartet werden kann, daß hier ein vollständiges Lehrbuch des Holzbrückenbaues geliefert werden solle, im Gegentheil die Kenntniß die-

ser Branche der Ingenieurwissenschaft bei den Lesern vorausgesetzt werden muß, so wird es hinreichend sein, nur mit wenigen Worten die Grundprincipien anzugeben und dann sogleich zur genaueren Beschreibung einiger, noch gar nicht, oder doch nur mangelhaft bekannter, eigenthümlicher und neuer Constructionen hölzerner Brücken überzugehen.

Sind die mit einer Brücke zu überspannenden Weiten nicht größer, als daß ein Balken von gehöriger Stärke außer seinem eigenen Gewichte auch noch die ihm aufzubürdende Last tragen kann, ohne sich zu krümmen oder gar zu brechen, so reicht man eben mit einer solchen Balkenlage aus. Sind dagegen die Entfernungen größer, als oben angegeben wurde, so muß man zu künstlichen Aushülfen schreiten.

Hier können zwei Fälle eintreten: entweder das Terrain oder der zu überspannende Strom erlaubt es, Unterstützungen der Balken anzubringen, oder nicht. Im ersten Falle wird man dann die Spannweite in so viele Theile theilen, daß eine bequeme Ueberspannung durch einfache Balkenlagen stattfinden kann. Dies ist die einfachste Form größerer Brücken und Viaducte.

Für den Fall, daß der zu überspannende Raum keine, oder nur allenfalls weit voneinander abstehende Unterstützungen erlaubt, wird man genöthigt, die Balken selbst auf künstliche Weise zu verstärken. Eine hierhin gehörige einfachere Construction sind die verzahnten Balken, die Bohlenbögen, die Bögen von gebogenen Balken, die Emy'schen Holzfedern und mehrere amerikanische Constructionen, von denen weiter unten die Rede sein wird. Ebenso gehören hierher die Hängewerke, die Sprengewerke und eine Verbindung von Hänge- und Sprengewerken.

Es mögen hier zuvörderst einige Beispiele neuerer deutscher Brückenconstructionen folgen:

Bei niedrigen Ufern und beträchtlichen Spannweiten finden gewöhnlich nur reine Hängewerke Anwendung, wodurch diese Brücken für Eisenbahnen um so zweckmäßiger erscheinen, indem sie die hohen Auffdämmungen bei den beiden Auffahrten der Brücke entbehrlich machen.

Zu beiden Seiten der Brückenbahn sind für zwei verzahnte Balken, gewöhnlich in Entfernungen von 12 zu 12 Fuß, hölzerne verdoppelte Hängesäulen oder Zangen dergestalt angebracht, daß sie mit ihren Füßen die verzahnten Balken umfassen und dann nach Oben hin stehen. Diese Hängesäulen oder Zangen, welche mittelst Streben und Spannriegeln in ihrer lothrechten Stellung erhalten werden, haben zunächst zum Zwecke, die Längenträger und nächstdem sämmtliche Brückenbalken oder Querträger, welche von jenen getragen werden, in unveränderlicher, horizontaler Lage zu erhalten, so daß dieselben sich nicht hinunterbiegen oder brechen können. Es kommt daher, vorausgesetzt, die Hängesäulen seien fest mit den Längenträgern verbunden, und sowohl ihre absolute Festigkeit, als der gegenseitige Verband hinreichend stark, die Last der Brücke zu tragen, vorzüglich auf eine zweckmäßige Stellung der Streben an, welche die Hängesäulen oder Zangen stützen. Der Strebewinkel wird gewöhnlich zu 30 Grad angenommen, woraus sich dann die Höhe der Hängesäulen aus der Zeichnung von selbst ergibt.

An die beiden äußeren Hängwerke sind die, nach der Breite der Brücke liegenden Querträger angehängt, auf welchen die übrigen Brückenbalken aufliegen. Auf den Brückenbalken wird der Bohlenbelag der Fahrbahn in der gewöhnlichen Art gestreckt. Die Strebebänder werden, um einen sichern Standpunct im Längenträger zu erhalten, zunächst über oder nahe bei den Landpfeilern mit guten Versatzun-

gen auf den Träger gestellt und üben alsdann auf diese Pfeiler allerdings einen senkrechten Druck, aber keinen Schub aus, welcher sich allein auf die Längenträger concentrirt und dort durch Bolzen und Bänder abgefangen wird. Aus der eben erwähnten Stellung der Streben folgt, daß bei großen Spannweiten, welche viele Hängesäulen oder Zangen erfordern, diese, wenn man anders einen vortheilhaften Neigungswinkel für dieselben erlangen will, sehr hoch werden müssen. Werden die Zangen oder Hängesäulen so hoch, daß sie die Höhe beladener Wägen übersteigen, so kann man deren Köpfe von einer Wand zur andern durch Querbalken verbinden, wodurch man sie sehr gut gegen ein mögliches Umschlagen sichern und zuweilen das Ganze mittelst eines Daches oben schließen kann.

Zuweilen werden da, wo die Höhe der Hängesäulen nicht viel über 8 Fuß beträgt, gegen die Seitenausweichung der Hängesäulen und ihrer Verbandstücke, eiserne Stützen angebracht.

Die Holzbogenbrücken bestehen im Wesentlichen darin, daß, je nachdem die Spannweite es erfordert, zwei oder mehrere Balken übereinander gelegt und theils durch Behauen, theils durch Biegen in eine krumme Form gebracht, auch noch durch Verzahnung oder durch Bolzen miteinander verbunden werden. Von den auf diese Art erzeugten Bogenrippen werden dann, soviel als die Breite der Brücke erfordert, in Entfernungen von etwa 4 bis 8 Fuß aufgestellt, und dann auf ihnen die eigentliche Fahrbahn auf zwei wesentlich verschiedene Arten gebildet. Es wird nämlich entweder jede Rippe von sogenannten Zangen oder Scheeren umgeben, an welche die Brückenbalken gehängt werden (Hängebogenbalken), oder diese Zangen tragen, oberhalb der Bogenrippen, die Querträger der Brücke,

über welche dann erst die Straßenbalken aufgebracht werden (Balkenbogenbrücke).

Da hier der Sehnenwinkel zwischen 5 bis 7 Grad betragen und der Anfang der Bogen noch über dem Hochwasser liegen muß, so bedingt die Anlage solcher Brücken, bei einer bedeutenden Spannung, ebenfalls sehr hohe Ufer. Diese Brücken gestatten zwar große Spannungsweiten, haben aber den Nachtheil, daß, durch Elasticität der verschiedenen Holzbogen, dieselben ihre Gestalt zuweilen ändern.

Sollen dergleichen Brücken für Eisenbahnlinien angewendet werden, so ist eine Steigung unzulässig, es müssen daher Ausgleichungen oder Unterfütterungen durch Holzstücke stattfinden, mittelst welcher die Brückenbahn die gewünschte, vollkommen horizontale Lage erhält, deren Anordnung keine Schwierigkeiten hat, indem sie nur einige Holzstücke mehr erfordert, als es sonst der Fall sein würde. Ordnet man bei dieser Construction keine dritte Rippe an, welche die Gleise der beiden Eisenbahnen voneinander scheidet, so darf, wegen Krümmung der Querträger, die Brücke höchstens 20 Fuß breit werden; dagegen würde bei drei Rippen eine Breite bis 24 Fuß zulässig sein, welches für eine doppelspurige Eisenbahn vollkommen hinreichend ist.

Ueber dem Bogenträger wird auf Geländersäulen der Geländerholm oder die Brustlehne befestigt, und zuletzt das ganze Hängewerk auf beiden Seiten mit Bretern verschalt, um es vor dem schädlichen Einflusse der Witterung möglichst zu bewahren.

Das Long'sche Brückenbau-System ist ein sehr zweckmäßiges und in Nachstehendem erörtert.

Diese einfache Construction, mittelst deren man im Stande ist, selbst bei beträchtlicher Höhe der Brückenbahn, ohne Anwendung bedeutend langer oder starker Hölzer, sehr große Oeffnungen zu überspannen,

beruht auf dem Systeme des Hängewerks. Drei vollkommene Wände, die aus lauter kleinen, einfachen Hängewerken gebildet werden, formiren das große Hängewerk, welches der Brückenbahn als Träger dient und gleichzeitig ein leicht aussehendes, nicht unzierliches Geländer zur Einschließung derselben bildet. In Bezug auf die Breite der Brückenbahn werden bei einer Doppelbahn immer drei Wände anzulegen sein, durch welche beide Spuren voneinander getrennt oder abgeschlossen werden. Diese Trennung wird fast immer stattfinden, da es denfalls zweckmäßig erscheint, da wo ein Zuwachs an Frequenz der Passage zu erwarten ist, selbst bei einspurigen Bahnen, da dieselben wahrscheinlich später eine Doppelspur erfordern würden, alle Brücken gleich anfänglich für zwei Spuren einzurichten.

Die oben erwähnten und später noch näher zu beschreibenden drei Wände werden so angeordnet, daß eine gerade in der Mitte zwischen den beiden anderen, äußeren zu stehen kommt, und zwischen den inneren Seiten je zweier Wände ein Raum von 11 Fuß lichter Weite abgeschlossen wird, von welchem in der Mitte 5 Fuß 6 Zoll für die Schienenbahn in Anspruch genommen werden und 2 Fuß 9 Zoll auf jeder Seite übrig bleiben. Diese Räume enger zu machen, um an Kosten zu ersparen, ist nicht rathsam, da es verschiedene Arten von Wagen, sowohl für Personen, als Fracht giebt, welche diese Breite erfordern.

Sollte es ausdrücklich bedungen sein, die Brükken nur für e i n e Spurbreite anzulegen, so bleibt die Construction dieselbe, ausgenommen, daß, statt drei, nur zwei solcher tragenden Wände angeordnet werden, zwischen denen man aber dann der Brückenbahn eine lichte Weite von 16 Fuß geben muß, um hauptsächlich durch längere Querbalken und Verbindung derselben

der Seitenbewegung des ganzen Brückenoberbaues besser und kräftiger entgegenzuwirken.

Damit die Brücke die größtmögliche Last tragen, zugleich aber auch durch ihr eigenes Gewicht so wenig, als möglich, zur allgemeinen Belastung mit beitragen möge, wird man ausgesuchtes und dauerhaftes Holz zu den Verbandstücken wählen müssen, sich dabei aber für eine Holzart zu entscheiden haben, welche, unbeschadet der Dauer, hinsichtlich des Gewichtes die leichteste ist. Die Auswahl eines durchaus fehlerfreien Holzes wird um so eher stattfinden können, da, mit Ausnahme der Langschwellen, nur Hölzer von 8—22 Fuß Länge erfordert werden.

Stationsplätze mit deren Gebäuden.

Die Anlage der Gebäude für die Stationsplätze richtet sich an jedem Stationsorte nach den örtlichen Verhältnissen, nach den Bedürfnissen der Wagen und der Reisenden, und nach so vielen anderen Rücksichten, daß eine zweckmäßige Anlage und Einrichtung dieser Gebäude nur nach genauer Kenntniß aller Bedingungen möglich wird. Es kann auf diese Weise nicht im Zwecke des vorliegenden Werkes liegen, eine Anleitung zur Projection und zu dem Baue von Stationsplätzen aller Art zu geben, da diese Anleitung allein einen ganzen Band füllen könnte, sondern müssen uns auf die Angabe der Bedürfnisse für den Eisenbahnbetrieb selbst beschränken.

Diejenigen, welche sich näher, und durch Beispiele wirklich ausgeführter, derartiger Anlagen unterrichten wollen, verweisen wir auf die „Allgemeine Bauzeitung von Ludwig Förster in Wien," wo sich in den Jahrgängen 1838 und 1839 genaue Pläne und Zeichnungen der besten Eisenbahn-Stationsplätze von Europa befinden, wie überhaupt

dieses Journal sehr viele gute und beherzigenswerthe Aufsätze über das Eisenbahnwesen enthält.

Die Stationsplätze theilen sich im Allgemeinen in 4 verschiedene Classen:

1) Der Hauptstationsplatz, welcher sämmtliche Haupt-Bureaux der Gesellschaft, sowie die zur Beförderung der Personen und Güter für diese Station ausschließlich erforderlichen Verwaltungs-Bureaux, ferner Reparatur-Anstalten und Fabriken für jede Art von Maschinen und endlich die nöthigen Materialien-Magazine enthält.

2) Die gewöhnlichen Stationsorte an untergeordneten Ausmündungen der Bahn, mit denen zur Bequemlichkeit der Passagiere und Geschäftsleitung dieses speciellen Ortes nöthigen Räumen, Waarenhäusern, Vorrathsgelassen und Reparatur-Anstalten für momentane kleinere Ausbesserungen.

3) Die Stationsorte für Zweigbahnen oder dazwischen gelegenen Ortschaften und endlich

4) die Wasser- und Kohlen-Stationen zur Füllung des Munitionswagens, welche auf alle 10—15 englische Meilen Länge der Bahn zu etabliren sind.

Folgende Regeln können als allgemeine Basis bei Projectirung solcher Anlagen gelten.

Zur Bequemlichkeit der Passagiere, welche, wegen der, aus ihrer Beförderung erwachsenden, sicheren Einnahme, die größte Rücksicht verdienen, sind die Stationen den belebtesten Theilen der Orte bei ihren Ausmündungen so nahe, als möglich, zu bringen, oder im Falle dieses in sehr großen Städten, wie, z. B., in Wien, Paris, London u. s. w., nicht thunlich wäre, eine bestimmte und sichere Verbindung zwischen den Hauptplätzen der Städte und dem

Stationsplatze durch Zweigbahnen oder Omnibus-Wagen zu bewerkstelligen.

Die Maschinenanstalten, Werkstätten, Vorraths-Magazine, überhaupt alle zu einer besonderen Geschäfts-Branche gehörenden Locale sind einander nahe zu bringen und so miteinander zu verbinden, daß deren Controle möglichst erleichtert werde.

Waarenhäuser müssen den bequemen und freien Zutritt des gewöhnlichen Fuhrwerks möglich machen, im Innern mit den hinlänglich und zweckmäßig vertheilten Räumen und mit der nöthigen Anzahl von Krahnen und Maschinen zum leichteren Auf- und Abladen der Frachtwagen versehen sein. Man wird sehr gut thun, die Fußböden der Magazine in der unteren Etage mit der Plattform der Frachtwagen auf dasselbe Niveau zu bringen. Auch müssen diese Magazine nicht zu nahe an den Fabrikswerkstätten des Stationsplatzes liegen, um dieselben, soviel als möglich, aus dem Bereiche der Feuersgefahr zu bringen.

Die Aufbewahrungs-Locale für die Locomotiven und Personenwagen müssen eine bequeme Vereinigung mit der Hauptbahn zulassen und im Inneren geräumig genug sein, um eine Reparatur und Reinigung der Fahrzeuge innerhalb derselben vornehmen zu können.

In den Stationsorten der ersten und zweiten Classe sollten Dampfwagenerwärmungsräume etablirt sein, um im Winter in denselben das Wasser im Munitionswagen vor dem Frieren zu sichern, und die ganze Maschinerie überhaupt in einem Zustande zu erhalten, welcher deren augenblickliche Anwendung zuläßt und bewirkt; ein Umstand, der im Norden von Amerika, von 40—42° N. Br., überall, als höchst wesentlich anerkannt wurde. Bei den Wasserstationen, welche, wenn es irgend sein kann,

auf einer kleinen Höhe mit sehr geringer Steigung oder doch auf einer geraden und horizontalen Bahn angelegt sein sollten, muß man darauf sehen, daß das zum Nachfüllen zu benutzende Wasser tauglich sei. Regenwasser ist das beste; gewinnt man das Speisungswasser aber aus Brunnen, so muß es vor dem Gebrauche filtrirt werden. Das Wasser ist deßhalb vorher genau zu untersuchen, und zu prüfen, ob bei der Abdampfung desselben ein bedeutender Niederschlag sich vorfinde, und in welcher Härte derselbe sich zeige. Dieser Umstand ist sehr wesentlich, da sonst die Sideröhren sehr bald mit dem sogenannten Kesselsteine belegt sind, der dann der schnellen Dampferzeugung hinderlich wird.

Gegen dieses so häufig stattfindende Uebel will ein gewisser **Neron** ein angebliches Remedium erfunden haben, wodurch jene harte Masse in den Sideröhren leicht aufgelös't werden soll, was sonst gewöhnlich nur mit der größten Schwierigkeit und durch das Herausnehmen der Röhren geschehen kann. Der Erfinder fordert für die Mittheilung, nach öffentlichen Blättern, 200—400 Franken.

Es wird ferner gewinnbringend sein, das Wasser auf der Wasserstation stets in einem gleichmäßig erwärmten Zustande zu erhalten, um die Dampferzeugung im Dampfkessel zu beschleunigen, welches eine bedeutende Ersparniß an Brennmaterialien und vor Allem eine Schonung der Maschine bewirkt. Es sind an den Wasserstationen eiserne Cisternen, 10 Fuß im Viereck weit und 4 Fuß hoch, welche auf einer massiven Unterlage oder einem Fundamente von gleicher Ausdehnung stehen, welches eine Höhe von 7 Fuß hat, für diesen Zweck etablirt. Aus diesen Cisternen wird das Wasser mittelst eines Krahns und Schlauches in den Munitionswagen geführt. Der unter der Cisterne

befindliche Raum dient als Feuerungsplatz und zur theilweisen Aufbewahrung des Feuerungsmaterials.

Daß Uhren zur Regulirung und pünctlichen Leitung des Geschäfts, und für gleichen Zweck auch Glocken, ferner Waagen zur Bestimmung der Lasten und mehrere andere Sachen, die zur Polizei der Bahn nothwendig sind, erforderlich werden, leuchtet von selbst ein, und die Unentbehrlichkeit dieser Gegenstände bei'm Gebrauche der Bahn ist bewiesen.

Von den verschiedenen auf Eisenbahnen angewendeten Triebkräften.

In den früheren Perioden der Geschichte der Eisenbahnen wurden ausschließlich Pferde zur Förderung angewendet; die Annahme einer allgemeinen Steigung auf der ganzen Linie der Eisenbahn scheint damals nur Nebensache gewesen zu sein. Da dies Fallen der meisten Bahnen in der Richtung stattfand, in der der Transport erfolgte, so konnten die beladenen Wagen leicht gezogen werden, und nie war die Steigung so groß, daß die leeren Wagen nicht hätten die steilen Stellen wieder heraufgezogen werden können. In tiefen Schluchten wurden Dämme aufgeworfen und sehr steile Stellen ausgeglichen; größere Unebenheiten scheinen aber nicht weiter berücksichtigt worden zu sein. Die Pferde hatten daher auf einer und derselben Bahnlinie sehr verschiedene Kraft anzuwenden, um eine und dieselbe Last fortzuschaffen. Auf einigen dieser alten Bahnen hatten die Pferde an einigen Stellen sehr viel zu ziehen, und an anderen konnten sie gänzlich leer gehen. Wenn die Wagen einige von den bedeutenderen Abhängen erreichten, so spannte man das Pferd ab und ließ es so lange leer hinter jenen hergehen, bis daß sie von selbst zu laufen aufhörten, worauf es

wieder vorgespannt wurde, und so wiederholte sich dieser Wechsel zuweilen mehrmals auf einer Bahn. Lange Zeit nach Einführung der Schienenwege waren Pferde die einzige bewegende Kraft, und solange die hölzernen Gestänge im Gebrauche standen, betrug die Ladung eines Pferdes, mit Einschluß des Gewichtes von den Wagen, 2 — 3 Tonnen. Das einzige leitende Princip bei der Anlage dieser Bahnen scheint das gewesen zu sein, ein Pferd in den Stand zu setzen, dieses Gewicht zu ziehen, und aus diesem Grunde wurde ihnen ein Fallen gegeben. Es ist interessant, das stufenweise Fortschreiten von den alten Gestängen bis zu den jetzigen Eisenbahnen zu verfolgen, und man ersieht dies auf eine sehr auffallende Weise, wenn man die zu verschiedenen Perioden fortgeschafften Lasten miteinander vergleicht. Die hölzernen Gestänge folgten fast immer den Unebenheiten der Oberfläche, man vermied nur steile Abhänge, und hauptsächlich geschah dies, wenn ein besonderes Gestänge für die leeren Wagen vorgerichtet wurde. Es scheinen keine Versuche gemacht worden zu sein, die Wirkung der Schwere auf den steilen Abhängen zu benutzen, und es ereigneten sich zuweilen sehr traurige Fälle, durch das schnelle Herabfahren der Wagen an sehr steilen Stellen. Man mäßigte die Schnelligkeit durch eine Bremse, die von dem Führer mit größerer und geringerer Kraft gegen die Räder gedrückt wurde, je nachdem der Abhang der Bahn war, und je nach der Geschwindigkeit, mit der die Wagen herabgehen sollten. In feuchtem und regnigtem Wetter nahmen die Räder den Koth und Schlamm von den Gestängen auf und wurden so schlüpfrig, daß die Wirkung der Bremse gänzlich aufgehoben wurde und der Wagen alsdann mit ungeheurer Geschwindigkeit herabfuhr, Alles auf seinem Laufe zerstörte und selbst in Stücken zerschellte. Sol-

che Ereignisse waren nichts Seltenes, und oft entgingen die Menschen nur mit aller Mühe dem Tode. Um sie zu vermeiden, wurden die Schienen, besonders an den steilen Abhängen mit Asche bestreut, und wo ein sehr steiles Fallen der Bahn vorhanden war, mußte die Förderung an solchen Tagen gänzlich unterbrochen werden. Waren schon Wagen in Bewegung auf der Bahn und es kam ein starker Regenschauer, so wurden wohl Seile oder Balken quer vorgezogen, um sie aufzuhalten. Geschah dies, ehe die Geschwindigkeit der Wagen sehr bedeutend geworden war, so war der Schaden gering, zerrissen aber die Seile, so entstanden oft die übelsten Folgen. Es wurde auch noch nicht besser, als die doppelten hölzernen, mit Eisen plattirten Gestänge in Gebrauch kamen, auf denen ein Pferd eine Last von 53 Centnern Steinkohlen fortzuschaffen im Stande war.

Als die gußeisernen Räder in Anwendung kamen, wurden zu den Hinterrädern immer noch hölzerne genommen, weil auf denselben die Bremse wirksamer war, die lange Zeit nun bei den Hinterrädern angewendet wurde. Als man aber doppelte Bremsen nahm, die sowohl auf die Vorder-, als auf die Hinterräder einwirken, scheint ihre Wirkung auf eiserne Räder stark genug gewesen zu sein, so daß man die hölzernen Räder ganz wegließ.

Die nächste Verbesserung war die Anwendung eiserner Schienen; die Ladung für ein Pferd wurde alsdann fast verdoppelt gegen die auf hölzernen Gestängen. Der Widerstand auf eisernen Bahnen wurde so vermindert, daß die Bremse den einen Abhang herabgehenden Wagen keine Sicherheit mehr gewährte, und man mußte daher zu anderen Mitteln greifen, um die Geschwindigkeit der Wagen zu vermindern. Man nimmt an, daß dies zu der Einführung der selbstwirkenden geneigten Ebenen führte,

auf denen das Uebergewicht der beladenen Wagen dazu angewendet wurde, die leeren auf der Ebene herauf zu ziehen.

Auf den ebenen, oder schwach steigenden, oder abfallenden Bahnen wurden hauptsächlich Pferde als bewegende Kraft angewendet und an den steilen Stellen selbstwirkende Ebenen oder Rampen.

Später, als die Dampfmaschine die herrschende bewegende Kraft zu fast jedem mechanischen Zweck wurde, wendete man ihre Wirkung auch auf Eisenbahnen an, indem die Wagen auf Rampen mittelst eines von der Maschine zum Wagen gehenden Seils aufgezogen wurden.

Als endlich der Dampfmaschine auch die ortsverändernde oder Locomotivkraft gegeben wurde, wendete man sie zum Ziehen der Wagen auf dem ebenern Theile der Bahn ohne Seil an.

Nachdem wir nun eine kurze Uebersicht von den verschiedenen Arten der bewegenden Kräfte gegeben haben, die nach und nach zur Fortschaffung von Lasten auf den Eisenbahnen angewendet worden sind, wollen wir sie nun einzeln näher kennen lernen. Sie bestehen, wie schon weiter oben bemerkt, in:

1) Pferden;
2) der auf Rampen wirkenden Schwere;
3) feststehenden Dampfmaschinen mit Seilen;
4) Dampfmaschinen mit Ortsveränderung;
5) dem atmosphärischen Druck.

Nur diese Triebkräfte werden angewendet, indem Wasser und Elektromagnetismus, ersteres nur sehr selten, letztere im Großen noch gar nicht, benutzt werden.

Eisenbahnbetrieb mit Pferden.

Eine Beschreibung von dieser Art der Kraft geben zu wollen, würde überflüssig sein. Von allen

vierfüßigen Thieren, ist das Pferd am Besten als bewegende Kraft zu gebrauchen, besonders wenn seine Muskelkraft benutzt wird. Bei dem Ziehen von Wagen auf Eisenbahnen können wir stets die Linie des Zuges in der Richtung seiner Muskelkraft anwenden, so daß die größte Wirkung auf jener ausgeübt wird.

Will ein Pferd einen Wagen ziehen, so biegt es seinen Körper vorwärts und legt sein Gewicht auf das Kummet oder das Zugblatt; die Muskelkraft der Schenkel wird dazu angewendet, daß die Wirkung fortdauert und daß der Körper vorwärts bewegt wird. Seine Anstrengung kann daher in 2 Theile zerlegt werden, nämlich in die Wirkung auf die Ladung und in die, welche dazu erforderlich ist, seinen eigenen Körper vorwärts zu bewegen. Es sind bis jetzt noch keine genügenden Versuche angestellt worden, um den Belang einer jeden von diesen Kräften oder zu bestimmen, in welchem Verhältnisse die stete Kraftäußerung eines Pferdes auf eine Last zu seinem eigenen Gewichte steht.

Desagulier bestimmte die Wirkung zu 200 Pfund mit einer Geschwindigkeit von 2½ engl. (etwa ½ deutsche) Meilen in einer Stunde und 8 Stunden lang täglich bewegt, oder 200 Pfund 20 engl. Meilen täglich. Smeaton fand sie geringer; Watt bestimmte sie zu 150 Pfund, die 2½ engl. Meile in einer Stunde (etwa 3½ rheinl. Fuß in der Secunde oder fast 18 Ruthen in der Minute) bewegt werden.

Nimmt man daher 150 Pfund als den Betrag einer Pferdekraft bei solch einer Geschwindigkeit an, mit der Lasten auf einer Eisenbahn bewegt werden können, und daß ein mäßig starkes Pferd ungefähr 10 Centner oder 1100 Pfund wiegt, so werden wir finden, daß es hin und wieder im Stande sein muß, bedeutend mehr Kraft auf die Last anzuwenden, als

mit dem Zeitaufwande geschehen müßte und die nicht in die Berechnung aufgenommen werden kann. Nehmen wir übrigens die obige Annahme als das Gegebene, so müssen wir uns denken, das die Muskelkraft eines Pferdes in acht Theile getheilt sei, von denen sieben zur Fortschaffung seines eigenen Gewichtes und einer zu der der Last erforderlich sind. Nimmt nun die Steigung der Bahn so zu, bis das eigene Gewicht des Pferdes jenes Verhältniß seiner Kraft, welche es auf die Belastung zu verwenden vermag, erlangt, so wird die Muskelanstrengung in beiden Fällen gleich sein. Es ist im Stande, auf die Last eine Kraft anzuwenden, die $\frac{1}{7}$ seines eigenen Gewichtes gleich ist; daher wird der Steigungswinkel ungefähr $8^\circ\ 15'$ sein; oder auf einer Steigung von 1 in 7 ist die zur Ueberwindung des eigenen Gewichtes von den Pferden erforderliche Kraft gleich der, welche es auf einer ebenen Bahn auf die Last anwenden kann.

Legt man daher eine Eisenbahn mit der Absicht an, Pferde als bewegende Kraft darauf anzuwenden, so müssen alle Steigungen in der Richtung, in welcher die Last transportirt werden soll, sorgfältig vermieden werden, indem dadurch die Kraft des Pferdes so bedeutend vermindert wird, daß nur sehr wenig zur Wirkung auf die Last bleibt. Selbst bei mäßigen Steilheiten muß die Bahn, wenn das Niveau zwischen den beiden Endpuncten der Linie nicht eine geringe Steigung zuläßt, in mehrere Plattformen oder ebene Theile abgetheilt werden, die dann durch kurze, geneigte Ebenen getrennt sind, auf denen irgend eine andere Kraft angewendet wird.

Selbstwirkende Ebenen oder Rampen.

Die erste Einführung der geneigten Ebenen oder Rampen, auf denen die Schwere der abwärts gehenden Lasten zur Aufwärtsbewegung minder schwerer Körper benutzt wurde, scheint bei Canälen stattgefunden zu haben, wo das Gewicht der heruntergelassenen beladenen Böte zur Emporziehung der leeren, auf einer schiefen Fläche, von einem Wasserspiegel zum anderen angewendet wurde.

Im Jahre 1788 wurde auf der Ketley-Eisenhütte eine geneigte Ebene mit einer doppelten Eisenbahn angelegt, auf welcher die beladenen Kähne, indem sie auf einem zu dem Zwecke eingerichteten Gestelle niedergingen, die leeren Kähne emporgezogen. Seit jener Zeit sind auf Eisenbahnen viele geneigte Ebenen oder Rampen zu dem Zwecke angewendet worden, um die leeren Wagen mittelst der Schwere der niederwärtsgehenden, beladenen emporzuziehen. Auf öffentlichen und anderen Eisenbahnen, auf denen die Menge der zu transportirenden Lasten schwankend, oder nach beiden Richtungen gleich oder fast gleich ist, kann man diese Kraft nicht anwenden. Es kann dies nur da geschehen, wo bei Weitem die meisten Lasten in einer Richtung transportirt werden, und wo auf den, auf einer solchen Bahnlinie vorkommenden Steigungen die abwärtsfahrenden Wagen im Stande sind, die aufwärtsgehenden durch ihre Schwere emporzuziehen.

Es ist daher ein Gegenstand von Wichtigkeit, zu bestimmen, auf welchen Steigungen mit einem gegebenen Uebergewicht diese Kraft wirksam ist.

Da der Zweck aller solcher Rampen der ist, eine gewisse Quantität von Last in einer gegebenen Zeit mit der geringsten Kraftanwendung abwärts zu transportiren; so muß, wenn man bei einer Eisen-

bahnanlage die Absicht hat, Rampen vorzurichten, nicht allein der Fall der Ebene, um den beladenen Wagen über den leeren ein Uebergewicht zu geben, sondern es muß auch dieses Uebergewicht so sein, daß jene mit der erforderlichen Geschwindigkeit von selbst abwärtsgehen und diese emporgezogen werden.

Giebt man den Rampen einen stärkeren Fall, als erforderlich ist, so werden die Wagen und Seile einer unnöthigen Belastung unterworfen, und veranlassen unnöthige Abnutzung und Kosten. Ist dagegen der Fall nicht hinreichend, so kann die eigene Wirkung nicht hervorgebracht werden.

Beschreibung des Apparates für selbstwirkende Ebenen.

Figur 84 ist der Grundriß der großen Rolle **WW** der selbstwirkenden Ebene, um deren Kranz sich das Seil wickelt, mittelst welchem die beladenen Wagen die leeren die Ebene emporziehen. Diese Rolle oder dieses Rad besteht gewöhnlich aus Gußeisen, hat ungefähr 6 Fuß im Durchmesser, 6 Speichen und eine Rinne zur Aufnahme des Seiles auf der Peripherie des Kranzes. Da die Rinne nur eine hinreichende Weite zur Aufnahme des Seiles hat, so wie sich die Rolle umdreht, so geht jenes nur um eine Hälfte der letzteren, wenn sie in Wirkung ist, oder von **a** nach **b**.

Am oberen Ende der Rampe ist eine viereckige, ummauerte Höhlung vorhanden, deren oberer Rand mit der Bahn fast in einer Ebene liegt. Die Rolle liegt zwischen 2 hölzernen Lagern, deren oberes, **ab**, **cd**, in der Abbildung dargestellt ist; sie erhalten durch die diagonalen Riegel, **ee**, mehr Festigkeit. Auf diesen Lagern sind die Büchsen, in denen sich die Wellzapfen der Rolle bewegen, befestigt, von denen

man die obere bei g steht, während die untere unmittelbar darunter liegt.

Am Gipfel der Rampe ist eine Strecke von 60 bis 90 Fuß, die nach der Anzahl der auf einmal herabfahrenden Wagen verschieden ist, ganz eben gemacht; auf diesen bleiben die beladenen Wagen, bis daß sie abwärts laufen, und auf der auch die leeren stehen bleiben, nachdem sie die Rampe heraufgezogen worden sind. Am Ende dieser Plattform und am Fernsten von dem obersten Puncte der Rampe ist die Rolle angebracht, und zwar etwas unter der Oberfläche der Schienen, und ist mit starken Balken bedeckt, auf welchen die durch die punctirten Linien bezeichneten Schienen liegen. Am unteren Ende der Rampe ist auch eine ebene Bahnstrecke vorhanden, auf welcher die abwärts gefahrenen Wagen stillhalten. Die Steigung der Rampe ist entweder gleichartig, oder sowie es die Beschaffenheit des Bodens gestattet. Zuweilen sind auch bedeutende Krümmungen auf der Bahnlinie erforderlich. Die schmalen parallelen Linien auf der Figur zeigen die auf der Plattform liegenden Schienen, welche von k bis k in der Abbildung weggelassen worden sind, um die Rolle darstellen zu können.

Da diese letztere unter der Oberfläche der Schienen liegt, so ist sie etwas nach Oben hin geneigt gerichtet, so daß das Seil nach der Oberfläche geführt wird. Von dieser ab bis zum Fuße der Rampe sind kleine horizontale Rollen angebracht, auf denen das Seil läuft, und welche sowohl das Schleppen auf dem Boden verhindern, als die Reibung vermindern. s s, Fig. 84 zeigt die eine Art dieser Rollen und G eine andere. Bei den ersteren ist die Peripherie, auf welcher das Seil läuft, gerade, und es soll dies nicht gegen die Seiten reiben, während es bei der anderen Art die ganze Peripherie ausfüllt, in der es

läuft. Die erste Art von Rollen wurde angenommen, um die reibende Wirkung von den Seiten der Rollen gegen das Seil zu verhindern, die letztere hat aber die fast allgemein angenommene Einrichtung. **G** ist eine End- und **H** eine Seitenansicht, und **I** und **K** sind verschiedene Theile derselben Rolle. Man befestigt diese Rollen entweder auf steinernen Blöcken, oder hölzernen Schwellen. **I** ist ein Grund- und **K** ein Aufriß von dem Gerüst, in welchem sich die Rollen bewegen, und mittelst deren sie auf den Steinblöcken befestigt werden. **I** ist eine gußeiserne Platte mit Vertiefungen 1, 2 zur Aufnahme hölzerner Säulen. An der inneren Seite dieser Vertiefungen sind senkrechte Platten 3, 3 angegossen, an welche die hölzernen, unten in die Vertiefungen 1, 2 tretenden Säulen 5, 5 mittelst Bolzen angeschraubt werden. Eine diagonale Oeffnung, von gleicher Breite, wie der Durchmesser der Achse von der Rolle, ist von der Seite in die Säule 5, 5 bis in deren Mitte eingeschnitten, und in dieser Vertiefung läuft die Achse, wie man in Fig. **G** sieht. In der gußeisernen Platte **I** sind auch noch 2 Löcher, 4, 4, eingegossen, um dieselbe mittelst Nägeln auf dem Blocke befestigen zu können. An **H** sind auch noch zwei Streben, **b, b**, zu sehen, die aber selten angewendet werden. Da wo die Straßenlinie gerade ist, stehen diese Rollen genau senkrecht, allein in den Krümmungen machen sie einen Winkel mit dem Horizont, der im Verhältniß zu dem Krümmungshalbmesser steht.

Der Durchmesser der Rollen beträgt gewöhnlich 11 Zoll, und sie haben schmiedeeiserne, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll starke Achsen. Sie sind auf der Rampe in Entfernungen von 30 Fuß auseinandergebracht. Man hat dabei den Zweck, daß sie in solcher Höhe über dem Boden und soweit auseinander liegen sollen,

daß das Seil zwischen zwei Rollen nicht durch sein eigenes Gewicht auf dem Boden gezogen wird.

Wir wollen annehmen, daß die punctirte Linie, **A A**, Fig. 84 das eine Ende der Plattform und den Gipfel der Rampe bezeichne. Von diesem Puncte abwärts liegen drei Schienen **r r' r''**, mit der erforderlichen Weite zwischeneinander, so daß sowohl die ab-, als die aufwärtsgehenden Wagen auf der mittlern und auf einer der äußeren Schienen laufen. Nur da, wo die beiden Wagenzüge nebeneinander weggehen, sind wieder vier Reihen von Schienen auf dieselbe Weise, wie von **A A** nach **B B'**, angebracht, so daß sie zwei verschiedene Spuren bilden, und diese Strecke ist so lang, daß die auf- und abwärts gehenden Wagen nebeneinander weggehen können. Dann laufen die zwei Spuren in eine zusammen, wie man bei **C C** sieht, und diese einfache Schienenspur geht bis zum Fuße der Ebene fort. Die Einrichtung dieses Ueberganges aus den beiden Linien in eine wird aus der Abbildung deutlich. Die leeren oder aufwärtsgehenden Wagen werden bei **C C** sein, wenn die beladenen bei **A A** sind, und sie werden in der Nähe von **D' E'** nebeneinander weggehen.

Die Art und Weise, wie die Schienen auf solchen Rampen gelegt worden sind, und ihre Wirkung ersieht man am Besten aus Figur 84. Wir wollen annehmen, daß anstatt der beiden Rollen, **A B**, das horizontale Rad **W** angebracht worden sei, so stellt diese Figur eine ganze, selbstwirkende Ebene dar; **W** ist die Plattform an dem Gipfel, **W'** dieselbe an dem Fuße, und **E** der Ausweicheplatz in der Mitte der Rampe, **C** und **D** sind der Gipfel und der Fuß derselben; die beladenen und die leeren Wagen gehen wechselsweise auf den entgegengesetzten Seiten der Ebene nieder.

Wird eine solche Rampe angewendet, um Böte von dem einen Niveau eines Canals zu dem andern zu bringen, so müssen, wie es auch auf mehreren Eisenbahnen der Fall ist, doppelte Spuren und eine doppelte Reihe von Rollen längs der ganzen Rampe vorhanden sein. In einigen Fällen liegen auch auf der ganzen Rampe drei Reihen von Schienen; allein man wird einsehen, daß in den meisten Fällen die oben beschriebene Einrichtung der Rampe ausreicht. Auf sehr kurzen Rampen wird die Schiefe der Bahn in dem Uebergange von einer einfachen zu einer doppelten Bahn einen Aufenthalt der Wagen und auch eine größere Reibung veranlassen; allein auf langen Rampen ist dies kaum bemerkbar, und die Kosten einer doppelten Bahn auf der ganzen Ebene sind bedeutend höher.

Wenn die Steigung der Rampe nicht gleichmäßig, sondern an einigen Stellen größer, als an den andern, oder wenn die Steigung so bedeutend ist, daß die bewegende Kraft ein zu großes Uebergewicht hat, so wird an der Peripherie der großen Rolle eine Bremse angebracht, um die Geschwindigkeit der Wagen bei'm Hinabfahren der Ebene auszugleichen oder zu reguliren. Hin und wieder fahren auch Leute mit jedem Wagenzuge, um da, wo es erforderlich ist, ihre Geschwindigkeit durch eine Bremse zu mäßigen. Die Bremse auf der großen Rolle ist nicht im Stande, die Geschwindigkeit der Wagen mehr zu mäßigen, als was das Seil bei seinem Umgange um die halbe Peripherie jener Rolle zu halten vermag; denn wenn das Uebergewicht der Schwere der beladenen Wagen über das, was zur Ueberwindung der ganzen hindernden Kraft erforderlich, größer ist, als der Halt des Seils über der Rolle, so kann diese gänzlich aufgehalten werden und das Seil gleitet alsdann über das Rad weg, wel-

ches in manchen Fällen mit Gefahr verbunden sein kann. Solch eine Rolle, wie wir sie in Fig. 84 beschrieben haben, kann daher da nicht angewendet werden, wo das Uebergewicht der beladenen Wagen über die leeren so bedeutend ist, daß das Seil über die Rolle gleitet, wenn diese durch die Bremse aufgehalten wird.

Manche andere Methoden, die Schwere als eine bewegende Kraft zu benutzen, sind vorgeschlagen worden. An sehr steilen Stellen sind horizontale Rollen, wie AB, Fig. 85, angewendet worden, wobei der abwärtsgehende Zug das Seil von einer Trommel ab- und es zu gleicher Zeit auf die Trommel der rückkehrenden Wagen aufwickelt. Dasselbe Seil wird dann von den abwärtsfahrenden Seilen wieder abgewickelt. Bei solch einer Einrichtung kann die Bremse mit jedem Grade der für zweckmäßig erachteten Kraft angewendet werden, da das Seil und die Trommel eine Maschine ist und das Seil nicht ohne jene umgehen kann *).

Fig. 86 zeigt eine Einrichtung, bei welcher man eine Verstärkung der Friction auf der Rolle am Gipfel der Rampe erreicht, wenn das Uebergewicht so ist, daß das Seil über die Rolle weggleitet. Es wird dies durch eine Kreuzung des Seiles vor der Rolle bewirkt, indem man es über die kleinen horizontalen Rollen **a, b** gehen läßt, so daß es die große, in diesem Falle etwas geneigte Rolle gänzlich umgiebt.

*) Die erste selbstwirkende geneigte Ebene wurde in der Nähe von Newcastle am Tyne angelegt. Auf derselben zogen die abwärtslaufenden Wagen ein bedeutendes Gewicht, aus einem am oberen Ende der Rampe abgesunkenen Schacht, und dasselbe Gewicht zog durch seinen Niedergang in den Schacht die leeren Wagen in die Höhe.

Zuweilen werden mit Metall beladene Gestellwagen angewendet, um das Seil, mittelst dessen die leeren Wagen aufgezogen werden, hinab-, zugleich aber auch, um das Seil auf der Rampe emporzuziehen, durch welches man den niedergehenden Zug hinabläßt. Man hat dabei den Zweck, dem niederwärtsfahrenden Zuge zu gestatten, daß er stets auf derselben Spur bleibt, wogegen der aufwärtsgehende Zug eine ganz andere Spur und auch ein ganz anderes Seil hat. Wir sehen übrigens nicht ein, daß eine solche Einrichtung vortheilhaft sein kann, wenn nicht ganz besondere Umstände obwalten; denn die Bewegungskraft erleidet in diesem Falle einen Widerstand, welcher gleich dem doppelten Belang der Reibung ist, und das Seil ist einer doppelt so großen Abnutzung unterworfen, als die ist, wie sie bei einer gewöhnlichen Rampe stattfindet, auf welcher die beladenen Wagen stets dieselbe Bahn niederwärts gehen, während die leeren aufwärtsgezogen werden, und umgekehrt. Die Art und Weise, wie die Wagen auf der Rampe von einer Linie zu der anderen gelangen, ist ebenso einfach, als wirksam und geschieht ohne die Hülfe von Handarbeit.

Die auf Fig. 84 vorhandenen Schienen stellen, wie schon bemerkt, einen ganzen Ausweicheplatz dar. So zeigen die Schienen zwischen **F** und **G**, Fig. 84, die Art und Weise, wie die Wagen von **F** nach **G** gelangen. Die vorspringenden Kränze, welche die Wagenräder auf den Schienen erhalten, sind an der innern Seite der Radfelgen vorhanden und laufen daher an der innern Seite der Eisenbahn. Wenn die Schienen in vier auslaufen und auf diese Weise zwei Spuren bilden, wie von **AA** nach **BB**, Fig. 84, so vereinigen sich zwei Schienen in eine, wie die Abbildung zeigt, und die Wagen der verschiedenen Züge gehen ohne den geringsten Aufenthalt in die

doppelte Bahn über, welches durch einen Blick auf die Abbildung deutlich wird. Es muß dabei stets berücksichtigt werden, daß der Kranz, welcher die Räder leitet, gegen die innere Seite der Schienen tritt. Gehen dagegen die Wagen von einer doppelten in eine einfache Spur über, d. h. längs der Bahn **BB** nach **A**, so wird man bemerken, daß die Wagen jene Linie allein durchlaufen; gehen sie aber von einer einzelnen Spur zu einer doppelten über, wie von **CC'** nach **mm** und **nn**, so ist irgend eine Vorrichtung erforderlich, um die Wagen in die gehörige Linie zu führen. Zu dem Ende werden um einen Punct bewegliche Schienen angewendet, welche, da sie den Eingang in die unrichtige Bahn verhindern und zu gleicher Zeit zur Einweisung in die richtige Spur dienen, den verlangten Zweck erfüllen. Nehmen wir daher an, daß ein Wagenzug von **mm** nach **C** abwärtsgehe, so wird die bewegliche Schiene oder der Radlenker f von der festliegenden Schiene weg und in die in der Abbildung dargestellte Stellung gebracht, der entgegengesetzte, f', aber wird gegen die innere Seite der entgegengesetzten Schiene gelegt werden müssen, wie die Abbildung zeigt. Bei der Rückkehr des nächsten Wagenzuges, der aufwärts geht, wird derselbe in eben der Spur **mm** bleiben; denn der Lenker f' wird den Eingang in die andere Spur verhindern, und dies ist diejenige, welche der Zug gehen muß. Denn da der aufwärtsgehende Zug sich in der Spur **D'D** bewegt, so muß die niederwärtsgehende in der Spur **EE'** laufen. Wenn er zu den Lenkern gelangt, so wird er sie in die entgegengesetzte Stellung bringen; f wird gegen die innere Seite der Schiene **c** gedrückt, und f' wird durch den Radkranz abgedrückt und in die Lage, welche die punctirten Linien zeigen, gebracht, nachdem der niederwärtsgehende Zug vorbeipassirt ist. Dies ist,

wie man einsehen wird, die Stellung, welche dazu erforderlich ist, die zurückkehrenden Wagen in die Spur EE' einzuweisen, in der sie sich bewegen müssen.

Da die Schwere eine so wohlfeile bewegende Kraft ist, so ist es von der größten Wichtigkeit, daß ihre Hülfe auf jede Lage und auf jeden Fall ausgedehnt wird, wo sie zulässig ist. Ihr größtes Hinderniß ist die Reibung, weßhalb alle Mittel angewandt werden müssen, um sie soviel als thunlich zu vermindern.

Die in Fig. 84 dargestellte Einrichtung ist, wie wir annehmen dürfen, diejenige, bei welcher die Reibung mehr vermindert ist, als bei irgend einer andern bis jetzt angewendeten. Es gereicht zu ihrer Empfehlung, daß sie sehr ausgedehnt in einer Gegend angewendet worden ist, wo fast alle übrigen Mittel des Gütertransportes versucht worden sind, und wo jede andere Einrichtung angenommen worden ist, als die Verminderung der Reibung ein Gegenstand wurde, Trommeln, um welche sich das Seil wickelt, wurden, wie vorher bemerkt, dann angewendet, wenn das Uebergewicht es erforderte; allein da diese doppelte Seile erforderten, so ist die andere Einrichtung in dieser Hinsicht vorzüglicher.

Da die Reibung stets im Verhältnisse zu der Ausdehnung der reibenden Oberfläche steht, so wird sie, indem man das Seil aufrollt und es veranlaßt, sich die Rampe auf= oder abwärts zu bewegen, in dem Verhältnisse des Durchmessers der Rollen zu dem der Achse sich vermindern. Je größer demnach der Durchmesser dieser Rollen, um so besser ist es, vorausgesetzt, daß dadurch ihr Gewicht nicht erhöht sei. Es ist auch nothwendig, daß die Oberfläche der Rollen, auf denen sich das Seil bewegt, stets denselben Halbmesser habe; denn

wenn das Seil auf einer Oberfläche läuft, die nicht überall gleichweit von dem Bewegungsmittelpuncte entfernt ist, so muß durch die verschiedenen Geschwindigkeiten der Rollenoberfläche bei verschiedenen Halbmessern eine Reibung entstehen, da die Geschwindigkeit des Seiles an jedem Puncte dieselbe ist, ähnlich einer ebenen Fläche, die sich längs der Peripherie einer conischen Rolle bewegt. Einige von den auf der Abbildnng dargestellten Rollen haben eine ganz ebene Oberfläche, auf welcher das Seil läufft, und haben Ränder an den Seiten, damit jenes nicht ablaufen könne; allein sie sind breiter, als erforderlich scheint. Gewöhnlich beträgt diese Breite 3—4 Zoll, der Durchmesser, da wo das Seil auf ihnen läuft, 11 — 12 Zoll, und das Gewicht ungefähr 21 — 25 Pfund. Um das Gewicht zu vermindern, machte man die Oberfläche, auf welcher das Seil läuft, concav und gab der Vertiefung ungefähr die Gestalt des Seiles, und das Gewicht dieser Rollen beträgt ungefähr 20 Pfund, der Durchmesser ungefähr 12 Zoll.

Die Grenze bei der Anwendung der selbstwirkenden Ebenen besteht darin, wenn das Uebergewicht der Schwerkraft von dem niedergehenden Wagenzuge nicht hinlänglich ist, um den aufwärtsgehenden Zug mit der erforderlichen Geschwindigkeit auf der Rampe emporzuziehen, weßhalb die belasteten Wagen stets abwärts gehen müssen.

Feststehende Dampfmaschinen auf steigenden Ebenen.

Die vorhin beschriebenen Ebenen sind, wie schon bemerkt, nothwendig abfallende, auf denen die zu transportirenden Gegenstände abwärts geführt werden, und auf denen nur die leeren, oder nur ein sehr

geringer Theil von den beladenen Wagen emporgehen. Bei der Anlage allgemeiner Bahnlinien, die sich zwischen zwei voneinander entfernten Orten ausdehnen, und zwischen denen das Land vielleicht sehr uneben und bergig ist, kann die Linie nicht immer in Plattformen oder Stufen getheilt werden, die mit fallenden Ebenen versehen sind. Auf solchen Linien trifft man häufig steile Stellen, die möglicher Weise nicht vermieden werden können, und auf denen die beladenen Wagen emporsteigen müssen. Ferner auf allgemeinen Bahnlinien, auf denen der Verkehr vielleicht in beiden Richtungen gleich ist, oder selbst da, wo der Verkehr in einer Richtung vorherrschend ist und wo die beladenen Wagen zuweilen hin- und hergehen, muß zu allen Zeiten der Transport der Güter stattfinden. Wir müssen daher die Mittel angeben, die angewendet worden sind, um solche Steigungen mit den beladenen Wagen überwinden, oder den ungehinderten Transport auf solchen allgemeinen Bahnlinien bewerkstelligen zu können.

Wir haben vorher die Wirkung zweier Arten der bewegenden Kraft, nämlich Pferde und Schwere, beschrieben. Die erstere, bemerkten wir, sei auf sehr unbedeutende Steigungen, die letztere nur auf abfallende Ebenen beschränkt. Die Art der Kraft, welche der Gegenstand dieses Abschnittes ist, läßt sich auf allen anderen Neigungen der Bahn, seien sie steigend oder fallend oder wellenförmig, und selbst auf ebenen Strecken anwenden. Wir wollen hier nicht den Versuch machen, den zweckmäßigen Grad der Neigung oder der Höhe, welcher bei der Uebersteigung eines Berges oder Hügels zu beobachten ist, zu bestimmen, und ebensowenig, in wiefern es rathsam sei, die Linie zu verändern, um eine gewisse Steigung zu erhalten, oder um einen solchen unebenen Boden gänzlich zu vermeiden. Wir werden diesen

Theil des Gegenstandes dann genauer untersuchen, wenn wir die Kosten, welche die Ueberwindung dieser verschiedenen Terrain-Schwierigkeiten verursachen, specieller kennen gelernt haben.

Wir müssen daher die verschiedenen Methoden beschreiben, mittelst deren diejenigen Steigungen, welche auf mehreren bekannten Hauptbahnen vorkommen, überwunden worden sind.

Bei Canälen ist es seit langen Jahren im Gebrauche gewesen, Fahrzeuge mittelst geneigter Ebenen von einem Niveau zum anderen, um das zum Durchschleusen erforderliche Wasser zu sparen, emporzuziehen; allein die Anwendung von Dampfmaschinen zum Emporziehen von Wagen auf Eisenbahnrampen ist verhältnißmäßig neu. Im Jahre 1808 wurde zu Birtley Fell, zur Förderung von den Urpeth-Steinkohlenbergwerken in der Grafschaft Durham, die erste Maschine dieser Art angelegt, und seit jener Zeit sind sie sehr viel auf den Eisenbahnen in der Nachbarschaft von Newcastle angewendet.

Fallende Ebene mit hinreichender Schwerkraft, so daß die Wagen das Seil nach sich ziehen können.

Fallende Ebenen oder Neigungen, auf denen die Schwere der abwärtsfahrenden Wagen hinreichend ist, um das Seil nach sich zu ziehen, mittelst welches alsdann der rückkehrende Zug durch eine Dampfmaschine emporgezogen wird, diese Art von Rampen kann eine einfache oder eine doppelte Spur haben. Ist sie einspurig, so ist nur ein Wagenzug auf einmal in Bewegung, und es wird nur ein Seil angewendet; der abwärtsfahrende Zug wickelt nämlich das Seil, an welchem die Wagen befestigt sind, von der Trommel der Maschine ab, und die letztere zieht

sie wieder aufwärts. Bei einer doppelspurigen Rampe gehen die Wagen auf der einen hinab, während zu gleicher Zeit andere von der Maschine aufwärtsgezogen werden. Wenn in dem letzteren Falle das Gewicht der niederwärtsfahrenden Wagen größer ist, als das zum Ziehen des Seiles erforderliche, so kommt dies Uebergewicht der Maschine bei'm Emporziehen der Wagen auf der Rampe zu Hülfe. Zuweilen hat eine solche Rampe, wie eine selbstwirkende, einen Ausweicheplatz in der Mitte.

Die obigen Arten von Rampen werden hauptsächlich auf Privateisenbahnen, oder auf solchen angewendet, auf denen die Menge der die Ebene abwärtsgehenden Lasten bedeutend größer, als die der aufwärtsgehenden ist, wo der Verkehr regelmäßig eingerichtet werden kann, und auf denen endlich die Geschwindigkeit, mit welcher die Lasten transportirt werden, keiner Berücksichtigung bedarf. Man wird leicht einsehen, daß ebensoviel abwärtsfahrende Wagenzüge vorhanden sein, die das Seil jedes Mal nach sich ziehen, als Züge aufwärtsgezogen werden müssen, und daß der Verkehr von solcher Beschaffenheit sein muß, daß die Wagenzüge abwechselnd auf- und abfahren können, indem der abwärtsfahrende Zug wartet, bis daß der aufwärtsgehende oben angelangt ist und umgekehrt.

Diese Nachtheile können vermieden werden, wenn man sehr kräftige Maschinen hat, um eine große Anzahl von Wagen auf einmal aufzuziehen, wenn nicht eine hinlängliche Anzahl zum Herablassen vorhanden ist; oder indem man Gestellwagen, die mit Metall beladen sind oder andere schwere Gegenstände anwendet, um das Seil zu allen Zeiten auf der Rampe hinabziehen zu können. Allein die beiden letzteren Methoden setzen das Seil einer star-

ken und unnöthigen Belastung aus, und man soll daher nur bei außerordentlichen Umständen dazu greifen.

Wo Lasten auf einer abfallenden Rampe zu transportiren sind, deren Neigungswinkel nicht hinreichend ist, die niederwärtsgehenden Wagen in den Stand zu setzen, daß sie das Seil nach sich ziehen.

Nehmen wir an, daß die Rampe aus zwei getrennten Spuren oder auch aus drei Schienen bestehe, die sich in ihrer Mitte, wo die auf- und die abwärtsgehenden Wagen nebeneinander weggehen, in zwei Spuren verzweigt, und daß am Fuße der Ebene eine Rolle, ähnlich der weiter oben bei der selbstwirkenden Rampe beschriebenen, angebracht sei. Jeder Zug ist daher mit einer besonderen Rolle und einem besonderen Seil versehen, und ein um die Rolle am Fuße der Rampe gehendes Seil ist an dem anderen oder entgegengesetzten Ende des Zuges mit dem verbunden, mit welchem das von der Maschine bewegte Seil in Zusammenhang steht. Wenn daher ein Zug aufwärts nach der Maschine zu gezogen wird, so zieht das am anderen Ende des Zuges um die Rolle am Fuß gehende Seil den niederwärtsgehenden Zug die Rampe hinab. Folglich werden die Züge abwechselnd auf- und niederbewegt, die Neigung der Bahn sei, welche sie wolle. Man wird leicht einsehen, daß es zur Wirkung dieser Art von Maschinerie nicht erforderlich ist, daß die Rampe irgend einen besonderen Grad der Steigung habe, da auf vollkommen horizontalen Theilen die Förderung auf dieselbe Weise bewerkstelligt werden kann; auch ist diese Einrichtung nicht auf einzelne Ebenen beschränkt,

sondern jede Strecke kann auf dieselbe Weise mittelst einer Reihe solcher Maschinen befahren werden.

Doppelte Rampe mit einer Maschine auf dem Gipfel.

Wenn ein Berg oder Hügel zu übersteigen ist, dessen beide Abhänge Ebenen mit hinlänglicher Steigung bilden, um die abwärtsgehenden Wagen in den Stand zu setzen, die Seile nachzuschleppen, so wird eine Dampfmaschine auf dem Gipfel angelegt. Wenn der Verkehr nicht bedeutend ist, so wird hin und wieder nur eine einzige Trommel und ein Seil angewendet; der Wagenzug wird auf der einen Seite aufgezogen, geht unter der Seiltrommel durch und fährt auf dem andern Abhange wieder hinab, indem das Seil von der Trommel abgewickelt wird. Hat alsdann der Wagenzug den Fuß des Abhanges erreicht, so wird dann das Seil an den zurückkehrenden Zug befestigt, derselbe wird aufwärts gezogen, geht unter der Trommel durch und führt auf dem andern Abhange hinab. In diesem Fall ist nur eine einzige Bahnspur erforderlich. In andern Fällen, bei einem größern Verkehr, werden am Gipfel Ausweicheplätze vorgerichtet, der eine Zug geht die eine Seite des Berges abwärts, während ein anderer, an dem andern Abhange in die Höhe geht. Oder es sind beide Abhänge mit doppelten Spuren versehen, und auf beiden wird zu gleicher Zeit gefördert. Ist aber der Fall nicht so bedeutend, daß die abwärtsfahrenden Wagen die Seile nach sich ziehen können, so sind am Fuße Rollen angebracht, um welche Seile gehen, wie vorhin beschrieben worden.

Aufeinanderfolgende Maschinen, Rampen von dem einen Ende der Bahnlinie bis zum andern.

Bildet man die ganze Bahnlinie aus einer Reihe von Maschinenebenen und wendet feststehende Dampfmaschinen an, welche die zu transportirenden Lasten einander gegenseitig zuführen: so theilt man die ganze Linie in Stationen von einer gewissen Länge und errichtet an dem Ende von jeder derselben eine feststehende Maschine. Jede Dampfmaschine ist mit einer Vorrichtung versehen, welche mittelst Seilen einen Wagenzug von dem entgegengesetzten Ende der Station nach sich zieht, und da zu gleicher Zeit an dem andern Ende des Zuges ein Seil befestigt ist, so wird dasselbe von der Trommel der Maschine am andern Ende der Station abgewickelt, welches alsdann zum Ziehen der rückgehenden Wagen angewendet wird. Jede Maschine ist daher mit 2 Seiltrommeln versehen, von denen die eine die Wagen gegen die Maschine zieht, während das Seil von der andern Trommel dadurch abgewickelt wird, daß es an das andere Ende des Zuges, den die Maschine zieht, befestigt ist. Kehrt man das Verfahren um, so werden die Wagen auf gleiche Weise in der entgegengesetzten Richtung gezogen.

Die Maschinen bilden auf diese Weise von einem Ende der Linie bis zur andern eine Reihe, die gegenseitig mit einander wirken. Diese Einrichtung ist nicht auf eine einzige Linie allein beschränkt, auf der die Wagen zwischen den Maschinen abwechselnd rück- und vorwärts gezogen werden, und wo jeder Zug, wenn er ans Ende der Station gelangt, so lange bleiben muß, bis die übrigen Wagen der Ebene durchschneiden; sondern es kann auch eine doppelte Linie angewendet werden, wenn ein ununterbrochener

Transport, mit Ausnahme des Aufenthaltes bei'm Wechsel, bei den verschiedenen Maschinen stattfinden soll. Man wird leicht einsehen, daß sich über diesen Gegenstand noch recht viel sagen ließe, jedoch müssen hier Andeutungen genügen.

Die Dampfkraft benutzt durch Locomotiven oder Dampfwagen.

Die Erfindung der Dampfwagen schreibt sich aus der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts her, denn schon im Jahre 1755 soll ein gewisser Gautier die Idee dazu gehabt haben, während fast zu derselben Zeit in England, durch Savary, Robinson, Watt und Andere, Versuche darüber gemacht wurden. Der erste, wirklich in Thätigkeit gesetzte Dampfwagen wurde 1802 von Trevithik und Vivian erbaut und 1804 auf der Eisenbahn von Merthyr-Tydvill in Südwales zum Kohlentransporte gebraucht.

Von jener Zeit an erregte die neue Erfindung das Interesse und die Theilnahme vieler Künstler, als Blenkhinson, Chassman, G. Stephenson und Anderer, welche sich vielfach mit deren Vervollkommnung beschäftigten, und Stephenson endlich führte dies Meisterstück des menschlichen Scharfsinnes im Jahre 1814 auf der Stockton- und Darlington-Bahn, als Stellvertreter für die Pferdekraft, mit glücklichem Erfolge aus. Ebenso gab er durch den ersten vollkommenen Dampfwagen, den Rocket, im Jahre 1830 nicht allein der Liverpool-Manchester-Bahn, für die dieser Wagen erbaut worden war, ein kräftiges Leben, sondern das ganze Eisenbahnwesen nahm dadurch eine ganz veränderte Tendenz und Gestalt und seine gegenwärtige Bedeutsamkeit an.

Eine detaillirte Beschreibung der ganzen Einrichtung und des Baues der Dampfwagen in allen ihren Theilen, Kraftäußerungen und Bedingungen würde den Raum eines eigenen Bandes in Anspruch nehmen. Wenn es aber keineswegs in unserem Plane liegt, die zur allgemeinen Eisenbahnkenntniß gehörenden Theile erschöpfend zu erörtern, so müssen wir uns mit einer zwar nur allgemeinen Beschreibung hier begnügen, können aber auf unsern „Locomotivenführer" (Bd. 127 des Schauplatzes) verweisen, welcher die bestmöglichste Belehrung in Hinsicht auf die Construction der Dampfwagen gibt, und deshalb vorzugsweise empfohlen werden kann.

Daher werden wir uns hier darauf beschränken, nur einige Wesentlichkeiten in der Construction und den Leistungen der verschiedenen Dampfwagen von England und Amerika gegeneinander zu stellen, und dabei vorzüglich auf die über Spurweite gemachten Bemerkungen mit Rücksicht zu nehmen.

In England haben sich die neuesten Dampfwägen von R. Stephenson u. Comp. in New-Castle upon Tyne bis jetzt durch zweckmäßige Construction und ebenso elegante als dauerhafte Arbeit als die vorzüglichsten herausgestellt. Nächst diesen zeichnen sich gleichzeitig folgende Ingenieurs durch lebendiges Wirken für die Verbesserung der Construction von Dampfwagen aus: Sharp, Roberts u. Comp. in Manchester; Timothy Hackworth in New-Sildon; P. Rothwell und Comp. in Bolton; Edward Bury (Clarence Foundery) in Liverpool, Forester u. Comp. daselbst; Hawthorn in New-Castle upon Tyne. Alle folgten entweder dem Beispiele von R. Stephenson mehr oder minder, oder führten ihre eigenen Ideen aus. Unter den deutschen Maschinenfabriken, welche vorzügliche Locomotiven liefern, nennen wir hauptsächlich die von

Borsig in Berlin, welche sich den besten englischen dreist zur Seite stellen kann. In Belgien ist hauptsächlich die berühmte Fabrik zu Séraing bei Lüttich zu nennen.

Man bringt auf großen Bahnen gewöhnlich die zu benutzenden Locomotiven in zwei verschiedene Classen. Die erste Classe bilden die vorzugsweise für den Personentransport bestimmten Locomotiven, welche, bei etwa 12 Zoll Cylinderweite und 18 Zoll Kolbenhub und einer Geschwindigkeit von 30 engl. Meilen per Stunde, etwa 75 Tonnen Brutto-Last transportiren können. Die zweite Classe hingegen ist eigentlich nur für den Waarentransport berechnet und kann 100 — 140 Tonnen Brutto-Last auf einer horizontalen Bahn, mit einer Geschwindigkeit von 12 bis 15 englischen Meilen per Stunde, befördern. Die Cylinder der hierher zu rechnenden Locomotiven haben einen Durchmesser von 12 bis 14 Zoll und 16 bis 18 Zoll Kolbenhub, die ganze Maschine aber circa 12 Tonnen Schwere. Bei beiden wird mit 50 Pfd. Dampfpressung auf den Quadratzoll im Kessel gearbeitet. Bei der zweiten Classe Locomotiven sind 4 Triebräder von gleichem Durchmesser und außerdem zwei kleinere, als Tragräder dienend, angebracht. Von den 4 Triebrädern sind je 2 und 2 außerhalb mittelst eiserner Zugstangen gekuppelt.

Die Munitions- oder Wasserwagen sind für beide Classen ziemlich gleich, und groß genug, um Wasser und Brennmaterial für 20 englische Meilen einzunehmen, halten daher circa 700 Gallonen oder 2247,4 österreichische Maß Wasser. Die Quantität von Coaks wird gewöhnlich, wenngleich nur $\frac{1}{3}$ Pfd. pro Tonne der zu transportirenden Last und pro Meile englisch nöthig ist, wegen Verlust an Zeit ꝛc. mit $\frac{1}{2}$ Pfd. pro Tonne und Meile in Anschlag gebracht, weshalb man das Brennmaterial für die oben-

genannte Entfernung auf ungefähr eine Tonne Last anschlagen muß, wornach also das Gesammtgewicht des gefüllten Munitionswagens ungefähr 6 Tonnen beträgt.

Bei den fast überall, mit Ausnahme der Stockton- und Darlington-Bahn, welche bereits seit längerer Zeit Dampfwagen mit 6 Rädern hat, früher allgemein angewandten Dampfwagen hat man nur 4 Räder. Zwei derselben waren Triebräder und mit dem andern Paare entweder gekuppelt, oder jedes Paar wirkte selbstständig für sich. Die Triebräder hatten eine doppelkurblige Achse und Spurkränze und hielten, mit dem andern Räderpaare zusammen, den Dampfwagen in der Spur, welche durch die Bahnschienen vorgezeichnet war.

Diese Construction hat jedoch große Nachtheile, indem diese Doppelkurbeln, bei der heftigen Reibung der Spurkränze gegen die Schienen, besonders bei Ausweichungen und Krümmungen, überhaupt bei jeder Unregelmäßigkeit und Unebenheit in der Lage der Schienen, leichter zerbrochen oder doch mindestens in ihrer richtigen Lage gestört wurden, als die geraden Achsen. Es ist nämlich erwiesen, daß gerade an den oben angeführten Stellen der Dampfwagen immer sehr geneigt ist, von den Schienen abzulaufen, welches eben durch den Spurkranz vermieden werden soll. Berücksichtigt man nun, daß das große Gewicht des Wagens und das mechanische Moment der bewegenden Theile an dem Umfange des Rades, also einem unbiegsamen Hebel, und zwar an dessen äußersten Enden wirkt, und seinen Wirkungspunct im Angriffspuncte der Kurbel findet, so wird die Leichtigkeit eines Bruches oder wenigstens einer Biegung derselben augenfällig.

Jede, auch die kleinste, Seitenverbiegung der Kurbelachse muß nun aber, indem das Rad aus seiner

rechtwinkeligen Stellung zu den Bahnschienen gebracht wird, eine heftige, wellenförmige oder schwankende Bewegung des ganzen Dampfwagens, seitwärts längs der Schiene, erzeugen, wodurch die Solidität des Wagens und der Bahn auf das Aeußerste gefährdet wird.

Um diesen Uebelstand zu vermeiden und noch andere wesentliche Vortheile zu erlangen, sicherte sich R. Stephenson, mittelst Patent vom 7. October 1833, folgende Verbesserungen seiner Dampfwagen, bei denen er eine Spurweite von 4 Fuß 8½ Zoll zum Grunde legte.

Er nahm den Triebrädern die Spurkränze und brachte ein drittes Räderpaar an, indem er die 6 Fuß hohen Triebräder ungefähr in die Mitte zwischen die beiden kleineren Räderpaare stellte. Letztere bestimmte er dazu, den Wagen in der Spur zu erhalten, während die Triebräder allein die Fortbewegung erzeugen, alle drei Paar zusammen aber die gesammte Maschine tragen sollten. Die Achsen der zwei Paar kleineren Räder sind gerade, und daher dem vorhin angeführten nachtheiligen Einflusse der Reibung bei Krümmungen und sonstigen Unregelmäßigkeiten weniger ausgesetzt, wie aus einfachen mechanischen Principien hervorgeht.

Außerdem erreichte Stephenson durch diese Construction noch andere Vortheile.

Durch das neu hinzukommende, dritte Räderpaar nämlich erhielt die ganze Masse mehr Stabilität und eine bessere Unterstützung, mithin wurde es möglich, dem Dampfkessel eine größere Ausdehnung und mehr Stärke zu geben, wodurch, neben einer reichlicheren Dampferzeugung, auch ein minder schnelles Ausbrennen des Kessels erreicht wird. So vermögen auch, da diesem dritten Räderpaare, auf gleiche Weise, wie den beiden übrigen, Tragfedern gegeben

sind, alle sechs Federn zusammengenommen, die nun zweckmäßiger vertheilte Last der Dampfmaschine viel besser zu tragen, und verringern zugleich die Stöße und Erschütterungen, welche aus Unebenheiten und Unreinheit der Bahn entstehen. Das relative Gewicht, oder der Theil des ganzen Gewichtes der Dampfmaschine, welcher von jedem einzelnen der drei Räderpaare getragen wird, ist ausgemittelt und darnach die Stärke und die Stellung der Federn über den verschiedenen Räderpaaren regulirt. Dabei sind jedoch die Haupt- oder Triebräder, welche durch das Spiel der Maschine in Bewegung gesetzt werden, unter allen Umständen mit soviel von dem Gesammtgewichte der Dampfmaschine belastet, als nöthig ist, um die zum Forttreiben erforderliche Adhäsion der Räder an den Schienen zu erzeugen, und das Schleifen auf denselben zu verhindern.

Je größer der Flächenraum des Dampfkessels ist, um so mehr Theile, z. B. eine größere Anzahl von Siederöhren, werden den Einwirkungen der Hitze ausgesetzt.

Auf diese Weise vertheilt und vermindert sich der, dem Metall so schädliche, übermäßige Hitzegrad, und dessen nachtheiliger Einfluß wird weniger bemerkbar. Diese verminderte Heftigkeit des Feuers wirkt auch noch auf einer andern Seite vortheilhaft, indem der Strahl des überflüssigen Dampfes, welcher in den Schornstein geleitet wird, um einen möglichst starken Luftzug darin zu erzeugen und so die bessere Verbrennung des Feuerungs-Materials zu befördern, nun minder heftig zu sein braucht, welches dann wiederum ein freieres Ausströmen des überflüssigen Dampfes aus dem operirenden Cylinder zuläßt, als dies bei kleineren Dampfkesseln geschehen kann, bei welchen ein höherer Hitzegrad und eine schnellere Dampferzeugung unerläßliche Bedingungen sind, um die nöthige Kraft zu erlangen.

Die bei den neuen Locomotiven eingeführte Lage der Cylinder machte es möglich, dieselben mittelst der aus den Zugröhren strömenden Luft zu erwärmen, und auf solche Art eine Ersparniß an Brennmaterial herbeizuführen; dagegen aber führte die horizontale Stellung derselben, wiewohl es dadurch möglich wurde, die Krummzapfen jetzt an den Achsen der Triebräder, statt, wie früher, an den Speichen derselben, anzubringen, wodurch allerdings einige Vortheile in der Construction herbeigeführt wurden, dennoch den Nachtheil herbei, daß die Achsen, bei der geringsten Unrichtigkeit oder Verbiegung, unbrauchbar wurden, und dann eine kostspielige und mühsame Reparatur oder gänzliche Erneuerung nöthig wurde.

Im Ganzen wird durch die hier aufgeführten Verbesserungen jeden Falles eine vermehrte Geschwindigkeit und Zugkraft ebensowohl, als auch eine größere Dauer der Maschine und der Bahn, zugleich mit Ersparung an Brennmaterial, erzielt; indessen hat doch die neue Einrichtung den bedeutenden Nachtheil, daß die Maschine während des Gebrauches dem Auge des leitenden Maschinisten entzogen und jede Reparatur ungemein erschwert wird. Neuerlich werden daher und weil erwiesen worden ist, daß durch die vierräderigen Locomotiven bedeutende Unglücksfälle veranlaßt worden sind, ohnerachtet der obigen Nachtheile, stets nur sechsräderige erbaut. Nur auf wenigen Bahnen findet man daher noch vierräderige, besonders in Deutschland; hier nur auf der Magdeburg-Leipziger und Leipzig-Dresdener.

Der Hauptzweck der oben beschriebenen Maschine, deren Schwere von 8 bis 11 Tonnen variirt, und welche bei 11 bis 12 Zoll Cylinderdurchmesser, 16 bis 18 Zoll Kolbenhub hat, ist die Beförderung von Personen und zwar mit einer Brutto-Last von 50 bis 80 Tonnen, auf einer, durchschnittlich mit einem

Steigungsverhältnisse von 1 zu 1000 erbauten Bahn, und mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 30 englischen Meilen in der Stunde.

Eine andere Eintheilung der Locomotiven ist die in solche mit innenliegenden und mit außenliegenden Cylindern. Es würde zu weit führen, wollten wir hier die gegenseitigen Vortheile und Nachtheile beider Arten nachzuweisen suchen. Wir geben nun zuvörderst mit Hülfe der Fig. 87 ꝛc. eine gedrängte Beschreibung der Locomotive.

Eine Locomotive ist eine Hochdruckdampfmaschine mit zwei Cylindern, ohne Condensation, aber häufig mit Expansion. Die Kolbenbewegung, welche von dem wechselsweisen Ein- und Austritt des Dampfes in und aus dem Cylinder entsteht, wird mittelst Kurbelstangen seiner mit Kurbeln versehenen Achse mitgetheilt. Jeder Doppelzug des Kolbens entspricht einer Umdrehung der Welle. An der Achse sitzen zwei hohe Räder, welche auf diese Weise umgedreht werden und diese Maschine fortbewegen.

Die Kessel der Locomotiven haben eine eigenthümliche Gestalt; ihr Heerd ist von einem Kasten mit doppelten Wänden umgeben, der einen Wassermantel um die Feuerung bildet. Die Luft dringt durch den Aschenfall und den Rost in den Heerd ein. Die durch die Verbrennung entstehende Flamme und Gase, sowie der Rauch, strömen durch eine große Anzahl von Röhren, welche den Heerd oder Ofen mit der Rauchkammer verbinden, in den Kamin und durchstreichen auf diese Weise eine in dem cylindrischen Theile des Kessels eingeschlossene Wassermasse. Da diese Siederöhren nur einen geringen Durchmesser haben, so würden Flamme und Gase aus dem Heerde, wegen der Reibung oder wegen der Abkühlung, welche sie darin erleiden, nicht schnell hinein-

bringen, wenn sie nicht durch einen sehr starken Zug dazu genöthigt würden.

Fig. 87 Längendurchschnitt.

Fig. 88 Querdurchschnitt durch den Rauchkasten.

Fig. 89 Querdurchschnitt durch den Heizkasten.

E, der Ofen oder Feuerkasten mit einem der Quere nach durchgehenden Scheider von doppelten Wänden, der mit Wasser angefüllt ist und durch den die Heizfläche vermehrt wird.

x x, die Roststäbe.

J, die Thür des Ofens, durch welche gefeuert wird.

a, a, a, die Heiz- oder Rauchröhren.

H, Dampfkuppel.

G, Dampfauffangungsrohr.

F, Regulator, durch welchen der Dampf in die Röhre **f** zugelassen wird, welche letztere ihn den beiden Cylindern **A** zuführt.

j, m, Oeffnungen, durch welche der Dampf auf die eine oder die andere Seite des Kolbens **n** zugelassen wird.

K, Oeffnung zum Auslassen des Dampfes aus dem Cylinder.

T, Schieberventil, welches durch die in Fig. 5 allein dargestellte Steuerung bewegt wird.

Der die Cylinder verlassende Dampf wird durch das sogenannte Blaserohr **M** der Esse **R** zugeführt. Die Einrichtung dieses Blaserohrs und seine Verbindung mit den Dampfkammern **s, s** ist aus Fig. 88 zu ersehen.

Durch die Kolbenstange **o**, die Kurbelstange **r** und die Kurbeln **u** der Triebradachse wird die Bewegung der Triebräder hervorgebracht.

f, f, Achse der vier Laufräder.

O, die Speiseröhre, welche von dem Tender zum Kessel läuft.

K, das Mannloch, um in den Kessel gelangen zu können.

b, das Sicherheitsventil, und

Q, Federwage, welche den Druck des Dampfes angibt und welche im Bereiche des Locomotivführers ist.

L, das außerhalb des Bereiches von dem Führer angebrachte Sicherheitsventil.

C, die Dampfpfeife, welche in Fig. 95 in größerem Maßstabe dargestellt worden ist.

i, Hahn zum Auslassen von Dampf aus dem Cylinder.

P, Hahn zum Ablassen von Wasser aus dem Cylinder.

W, Pflug zur Wegschaffung von Hindernissen von der Oberfläche der Schienen.

N, Stößer oder Buffer des Gestelles.

q, Verbindungskette mit dem Tender.

Die Hauptverhältnisse dieser Locomotive sind die folgenden:

Cylinderdurchmesser 14 Zoll; Hub 18 Zoll; Kesseldurchmesser 45 Zoll. Anzahl der Feuerröhre 91; äußerer Durchmesser derselben 2 Zoll; Länge derselben 8 Fuß. Feuerkasten 39 Zoll lang, 42 Zoll hoch von den Roststäben bis zu den Röhren und 46 Zoll bis zur Feuerthür, 42 Zoll weit. Mittlere Höhe des Wasserstandes 19 Zoll; Breite 4½ Zoll, Länge 42 Zoll. Höhe der Esse über der Rauchkammer 6¼ Fuß; Durchmesser 15 Zoll. Die Röhre, welche dem Cylinder den Dampf zuführt, ist 3 Zoll weit, die Auslaßröhre 4½ Zoll weit; das Blaserohr 3 Zoll weit. Triebräder 5½ Fuß hoch; Laufräder 3 Fuß 8 Zoll hoch.

Wir wenden uns jetzt zu einer kurzen Betrachtung der wichtigsten einzelnen Theile einer Locomotive und ihrer hauptsächlichsten Functionen, wobei

wir jedoch nicht weiter auf die Figuren Rücksicht nehmen.

Von dem Luftzuge.

Der Zug, welcher den Zweck hat, in dem Heerde die Erneuerung der Luft herzustellen, die zur Verbrennung der Coaks den erforderlichen Sauerstoff zuführt, wird dadurch hervorgebracht, daß man den benutzten Dampf mit einer ebenso hohen Pressung entweichen läßt, als die ist, bei welcher er in den Cylindern wirkte, um den Kolben die hin- und hergehende Bewegung zu ertheilen, die alsdann an den Rädern in eine rotirende verwandelt wird. Dieser Dampf strömt nun aus den Cylindern in die Esse durch eine Röhre aus, die oben verengt ist, um die Dauer dieses Ausströmens zu verlängern. Diese Ausströmungen folgen aufeinander; ihre Menge hängt von der größern oder geringern Geschwindigkeit der Maschine, ihre Kraft von dem stärkern oder geringern Druck des Dampfes ab. Die Geschwindigkeit des Dampfes bei dem Ausströmen ist die, welche sein anfänglicher Druck hat, die Ausflußöffnung sei, welche sie wolle; allein der Druck vermindert sich sogleich, wenn die Oeffnung groß, er vermindert sich weniger schnell, wenn sie kleiner ist. Die Verkleinerung der Oeffnung veranlaßt daher ein stetigeres Ausströmen, allein nicht die anfängliche Geschwindigkeit des Dampfes. Es folgt aus dieser Erhöhung der Dauer, daß, wenn die Maschine sehr rasch geht und daher viel Dampf oder vielmehr derselbe in geringen Zwischenräumen ausströmt, der Druck des unnützen Dampfes dem Gange der Maschine einen Widerstand leistet.

Die große Ausströmungsgeschwindigkeit des Dampfes in der Esse ertheilt der darin befindlichen Luft eine ähnliche Geschwindigkeit. Diese Luft kann aber

nur durch einen Strom ersetzt werden, der durch den Rost, den Ofen und die Röhren geht.

Der Zug wird daher, statt durch Einblasen, durch Ansaugen hervorgebracht.

Wir bemerken, daß die Verengung des Ausströmungs- oder Ausblaserohrs an seinem Ende, welche den Zweck hat, dem Ausströmen des Dampfes ein Hinderniß entgegenzusetzen und die Dauer seiner Entwickelung zu vermehren, einen fortwährenden Druck des benutzten Dampfes veranlaßt, welcher, der Regel nach, nicht vorhanden sein sollte. Dieser Druck wirkt daher dem Kolbenspiegel entgegen, und der Zug entzieht folglich der Maschine einen merklichen Theil der Kraft. Bei einem langsamen Gange macht sich sein Einfluß nicht geltend, weil die Zeit, in der der Dampf wirkt, im Verhältnisse zu der, in welcher er entweicht, von zu kurzer Dauer ist; allein bei einer großen Geschwindigkeit erfolgt das Ausblasen des Dampfes so rasch aufeinander, daß die Wirkung des Druckes in dem Blaserohre fast ununterbrochen ist. Dieser Druck leistet alsdann dem Kolbenspiel einen der ihn veranlassenden Kraft gleichen Widerstand. Die größte Geschwindigkeit, welche die Locomotiven erlangen können, beträgt 1000 bis 1250 Meter (265,5 Preuß. Ruthen) in der Minute. Alsdann kommen die von der Geschwindigkeit des Dampfes bei seinem Eintritt in die Cylinder herrührende Verminderung des Druckes und der Widerstand, den er bei seinem Ausströmen aus dem Blaserohr erleidet, in's Gleichgewicht mit der Kraft der Maschine und dem Widerstande, welchen die Arbeit und der Widerstand gegen das Ausströmen des Dampfes ihr entgegensetzen *).

---

*) Bei einer Geschwindigkeit von 60000 Meter oder von 15 Lieues in der Stunde und bei den Rädern von 1,60

Um zu sehen, wie groß die Differenz zwischen der Kraft und dem Widerstande zu Anfang der Bewegung eines von einer Locomotive gezogenen Wagenzuges ist, müßte man darauf rechnen, daß diese beschleunigende Kraft der Masse eine größere Geschwindigkeit ertheile, als sie wirklich erreicht; denn man weiß, daß der zu überwindende hauptsächlichste Widerstand, nämlich der Reibungs-Coefficient des Zuges auf den Schienen, nicht mit der Geschwindigkeit zunimmt. Es muß daher der Widerstand der Luft einerseits und der des ausströmenden Dampfes andererseits mit der Geschwindigkeit sehr stark zunehmen, weil die Beschleunigung so bald durch die Wirkung dieser beiden Kräfte, im Verein mit der Zunahme des eigenen Widerstandes der Maschine, überwunden ist.

Dadurch erklärt es sich deutlich, warum die ersten Kolbenzüge der Maschine sehr wirksam sind: deshalb, weil keine Geschwindigkeit stattfindet und weil alsdann der Dampf in den Cylindern mit derselben Spannung wirkt, die er im Kessel hat.

Der Zug ist nichtsdestoweniger die Bedingung einer hinlänglichen Dampferzeugung, um die Maschine in einem geschwinden Gange zu erhalten; er führt in den Heerd die Luft herbei, die dort ebenso nöthig ist, als die Coaks, deren Verbrennung die Wärme entwickelt, oder wie das Wasser, welches in Dampf verwandelt wird.

Eine Locomotive besteht aus mehreren verschiedenen Theilen, die der Mechaniker gehörig kennen muß.

Meter Durchmesser beträgt die Anzahl von Dampfausblasungen in der Secunde etwa 13,2; die der Radumgänge 12,000 in der Stunde oder 3,3 in der Secunde.

Von dem Kessel.

Der Kessel ist der kitzlichste Theil der Maschine, er besteht aus dem Feuerkasten oder Ofen, dessen Boden mit dem Roste versehen ist und dessen vier Wände doppelt sind, so daß er auf seinen vier Seiten mit einer 6 bis 8 Cent. (27 bis 36 Linien rheinl.) starken Wasserschicht umgeben ist. Es ist wichtig für die Maschinenbauer, die Stärke dieser den Ofen umgebenden Wasserschicht nicht zu vermindern, indem sonst die Geschwindigkeit des Dampfes, die durch eine, in Folge der großen Hitze, der die Wände ausgesetzt sind, sehr starke Verdampfung veranlaßt worden, das Wasser verhindern würde, den Dampf in diesem Theile des Kessels augenblicklich zu ersetzen. Da die Wände durch das Wasser alsdann nicht hinlänglich abgekühlt werden würden, so würden sie einen hohen Temperaturgrad annehmen und die Bildung von Incrustationen begünstigen. Da der Raum sich alsdann verengen würde, so müßten die Wände rothglühend werden und sich verbiegen, oder sie müßten sehr schnell verbrennen. Dadurch erklären sich die großen Unannehmlichkeiten dieser Art, wenn in den Kesseln dieser Raum nicht weiter, als 5 bis 6 Cent. (22 bis 27 Linien) ist. Die Decke des Ofens ist durch eiserne Rippen verstärkt, so daß er durch den Druck des Dampfes seine Gestalt nicht verändert. Ebenso sind auch alle ebenen Theile an der Vorderseite des Kessels, die unter sehr ungünstigen Umständen in Beziehung auf den inneren Druck des Dampfes sind, durch Verankerungen sehr fest miteinander verbunden, damit sie nicht ihre Gestalt verändern. Anders ist es mit dem cylindrischen Theile, welcher dem Drucke des Dampfes ohne das Bestreben, seine Form zu verändern, widersteht; durch diesen cylindrischen Theil des Kessels gehen 100 bis 150 messingene Röhren,

durch welche, wie schon bemerkt, die Flamme, die durch die Verbrennung erzeugten Gase und die nicht im Ofen verbrannte Luft ziehen. Die Röhren sind in zwei Platten eingefügt, von denen die eine eine der Ofenwände und die andere das entgegengesetzte Ende des Kessels bildet.

Nach der complicirten Einrichtung dieses Apparats wird man einsehen, wie das Spiel der unwiderstehlichen Kräfte der Ausdehnung und Zusammenziehung, welche Folge der Erhöhung und der Verminderung der Temperatur sind, denselben aus seiner Form zu bringen suchen und um so ungleicher darauf einwirken muß, als alle dem Drucke der Dämpfe ausgesetzte Oberflächen nicht alle die günstigen Formen, um diesem Drucke widerstehen zu können, haben; auch schwächen die ebenen Theile die erstern.

Endlich wird der Kessel auch dadurch aus seiner Form gebracht, daß seine beiden Enden an dem Wagengestelle befestigt sind, und daß Anker oder Stangen durch denselben gehen, die auf der einen Seite an der äußern Wand des Ofens, auf der andern an der des Cylinderkastens befestigt sind. Da nun diese Stangen von dem Feuer fern liegen und von der Luft abgekühlt werden, so folgen sie nicht den Bewegungen, welche die Ausdehnung in dem Körper des Kessels hervorbringt. Auch werden die Stangen an ihren Enden oft lose, so daß dann Wasser hindurchdringt. Diese großen Nachtheile können von den Maschinenbauern leicht vermieden werden, da die Befestigung der Stangen an den Wänden des Ofens ganz nutzlos ist, indem sie gar nicht den Zweck haben, das Hinter- nnd das Vordertheil des Kessels miteinander zu verbinden.

Aus allen diesen einander entgegenwirkenden Kräften folgt, daß die Locomotiven bei ihrer festen Verbindung eine Elasticität annehmen, die schwierig

15*

wahrzunehmen ist, die aber dem Gange durchaus nicht schadet, sondern die, nachdem jene eine Zeitlang benutzt worden sind, ihren Betrieb erleichtert.

Sind die Maschinen an ihren verschiedenen Theilen zu ungleich construirt, so gibt der schwächere den andern nach und leidet allein. Die Kunst des Erbauers besteht demnach darin, zu Formen zu gelangen, die mit einer hinlänglichen Festigkeit soviel Leichtigkeit verbinden, daß das ganze System eine gewisse Elasticität erlangt.

Die Rostoberfläche wechselt von 60 bis 100 Decimeter. Die Heerde dieser letztern Dimension sind eine neuere Einrichtung; sie erleichtern den Betrieb der Maschine und sichern die größere Regelmäßigkeit des Transports, selbst wenn sie schwere Wagenzüge, oder dieselben Züge auf stärkern Steigungen ziehen. Sie werden auch eine Brennmaterial-Ersparung veranlassen, wenn die Heizer, mittelst des von Stephenson erfundenen Registers, den Zug nach der Menge des Dampfes, dessen man bedarf, zu reguliren im Stande sind. Die von großen Heerden zu erlangende Brennmaterialien-Ersparung kommt daher, daß auf solchen die Hitze verhältnißmäßig weit regelmäßiger, als auf kleinen ist; jedoch wird sie durch den Coaksverlust, welcher bei den weit auseinanderliegenden Roststäbchen unvermeidlich ist, wieder vermindert. Große Heerde enthalten fast die Hälfte Brennmaterial mehr, als kleine. Es ist möglich, daß die durch das Glühen einer so großen Coaksmenge hervorgebrachte Temperaturerhöhung auf die ebenen Flächen des Feuerkastens, der so bedeutende Dimensionen besitzt, einen sehr nachtheiligen Einfluß ausübt. Nur die Erfahrung allein wird zeigen, ob es, wie wir anzunehmen geneigt sind, besser ist, die Tiefe des Feuerkastens, als die Oberfläche des Rostes zu vermehren. Es ist möglich, daß die Tiefe des

Feuerkastens, verbunden mit der Anwendung eines ebenso wenig, wie Coaks, backenden Brennmaterials, vortheilhafter, als die Vermehrung der Rostoberfläche sein wird. Indem die Luft eine starke Coaksschicht durchströmt, wird ein bedeutender Theil derselben zu der zur Verbrennung erforderlichen Temperatur gelangen, statt daß er unverbrannt durch den Heerd geht, wie dies der Fall ist, wenn zu große Stücken, oder eine zu dünne Schicht von Coaks auf dem Roste liegt.

Nach der Beschreibung, die wir von dem Kessel der Locomotiven geben, folgt, daß derselbe nicht allein sehr kräftige Dämpfe, sondern dieselben auch sehr leicht erzeugen muß. Wenn demnach durch den in sehr kleinem Zwischenraum hintereinander mit einer hohen Pressung entweichenden Dampf ein starker Zug hervorgebracht worden ist und die Gluth des Ofens alle Flächen des Feuerkastens und der Heizröhren auf eine hohe Temperatur gebracht hat, so findet eine außerordentliche starke Dampferzeugung statt. Oeffnet man aber die Ofenthür, so dringt dadurch sehr viel kalte Luft ein, und wenn man die Pumpen lange offen erhält, so gelangt eine große Menge kaltes Wasser in den Kessel; die Dampfentwickelung wird alsdann sogleich geringer, der Druck geschwächt und ist alsdann zu einem schnellen Betriebe der Maschine unzureichend.

Sowohl bei den Locomotiven, als auch bei den feststehenden Dampfmaschinen, muß das Wasser alle mit dem Brennmaterial, mit der Flamme oder mit der heißen Luft in Berührung stehenden Theile umgeben. Läßt man dies unberücksichtigt, so setzt man sich mehreren Nachtheilen aus, von denen der gewöhnlichste das Verbrennen der vom Wasser entblößten Theile ist.

Auch verlieren sie dadurch ihre Form, weil, wenn diese Flächen durch die Berührung mit der Flamme

rothglühend geworden sind, sie ihre Festigkeit einbüßen und dem Drucke der Dämpfe nachgeben.

Der größte Nachtheil aber, der aus dem Rothglühen der vom Wasser entblößten Oberflächen entstehen kann, sind Explosionen. Diese erfolgen aber, wenn durch plötzliche Einführung von Wasser in den Kessel die augenblickliche Dampferzeugung in demselben so bedeutend ist, daß das Ausströmen durch die Schieber- und Sicherheitsventile verhältnißmäßig zu gering ist.

Ereignisse dieser Art sind bei den Locomotiven nur selten, weil in diesem Falle der Maschinist vor dem Füllen des Kessels das Feuer herauswirft, oder es so vermindert, daß die vom Wasser entblößten Theile erkalten können.

Wenn bei'm Abfahren eines Wagenzuges der Wasserstand in dem Kessel unter dem Deckel des Ofens befindlich wäre, und wenn dieser von dem Wasser nicht abgekühlte Theil rothglühend würde, so könnten, in Folge der weiterhin beschriebenen Erscheinung der künstlichen Erhöhung des Wasserbestandes, bei zunehmender Dampferzeugung, die glühenden Theile augenblicklich mit Wasser bedeckt werden und Veranlassung zu einer stärkern Erzeugung von Dämpfen geben, als durch die Ventile entweichen können. Jedoch ist ein solcher Zufall fast unmöglich, da im Gegentheile bei'm Abgang immer ein Ueberschuß von Wasser im Kessel ist.

Eine andere Bedingung der Schonung der Kessel besteht darin, daß die Ventile alle erzeugten Dämpfe entweichen lassen können, und daß sie nach einem weit geringeren Drucke regulirt sind, als der Kessel auszuhalten vermag.

Die gesetzliche Probe, der die Locomotivenkessel unterworfen sind, ist ein Druck von 15 Atmosphären in der Kälte. Heiß steigt der Druck selten über sieben

Atmosphären; er beträgt gewöhnlich fünf, wenn die Maschine im Betriebe ist, und vier, wenn sie steht.

Endlich ist eine sehr wesentliche Bedingung für die gute Erhaltung der Kessel, die Bildung der Bodenkruste oder des sogenannten Kesselsteins zu verhindern, welcher aus den Kalktheilchen entsteht, die sich bei der Verwandlung des Wassers in Dampf niederschlagen. Dieser Kesselstein wird um so fester, je mehr er an Dicke zunimmt. Er setzt sich hauptsächlich an den Theilen an, welche die größte Dampfmenge produciren, und da er ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so folgt daraus, daß die Verdampfung geringer, und das Metall, welches mit der Rinde überzogen ist, weit stärker erhitzt wird, da es das Wasser durch seine unmittelbare Berührung nicht abkühlt. Die Erhöhung der Temperatur des Metalls vermehrt die Bewegungen der Ausdehnung; sie vermindert den Widerstand des Metalls gegen den Druck, und sie verändert es durch Verbrennen. Man muß daher den Kessel auf die weiterhin angegebene Weise recht oft reinigen.

Es gibt mehrere Mittel zur Verhinderung der Bodenkruste; das eine besteht darin, ihre Erhärtung dadurch zu vermeiden, daß man Töpferthon in den Kessel wirft; eine andere, daß man in das Wasser im Tender eine färbende Substanz, wie Campecheholz-Späne, in Leinen eingebunden, oder in einem geflochtenen Körbchen hineinhängt. Da das Wasser in den Tendern oft erwärmt ist, so wird es sich mit einer hinreichenden Menge von den färbenden Theilen vermischen, um das Festhängen der Niederschläge zu verhindern. Da dieselben ganz außerordentlich zur Zerstörung der Locomotiven beitragen, so ist es höchst wichtig, die größte Aufmerksamkeit darauf zu verwenden und die Mittel, sie zu entfernen, sehr genau zu studiren.

Erscheinungen der Dampferzeugung.

Einige von den bei der Dampferzeugung in den Locomotiven stattfindenden Erscheinungen muß man kennen lernen. — Wenn der Heerd viel Hitze entwickelt und der Druck des Dampfes bei seinem Ausströmen aus den Cylindern stark genug ist, um einen bedeutenden Zug hervorzubringen, so erreicht die Kraft der Dampferzeugung ihr Maximum; in diesem Augenblicke scheint sich der Wasserstand in dem Kessel künstlich um 6 bis 8 Centimeter (2 bis 3 Zoll) zu erhöhen, welches daher rührt, daß der sehr schnelle Durchgang der Dampftheilchen durch das Wasser dessen Volum vermehrt.

Sobald man durch Schließung des Regulators das Ausströmen des Dampfes verhindert hat, so nimmt das Wasser wieder seinen gewöhnlichen Stand an. Dasselbe erfolgt auch durch das Einspritzen von kaltem Wasser in den Kessel, indem dasselbe die Dampftheilchen verdichtet, die es in dem heißen Wasser findet und demselben daher die verlorene Dichtigkeit wiedergibt. Es folgt daraus, daß der Wasserstand während der Speisung des Kessels lange derselbe bleibt, und daß die Einführung von Wasser sich anfänglich nur durch die Verminderung des Druckes zeigt. Die künstliche Erhöhung des Wasserstandes ist übrigens in der Nähe der Stelle, wo der Dampf aufwärts steigt, um in den Cylinder geführt zu werden, weit größer, als an andern Puncten des Kessels; und bei den Kesseln, bei denen die Indicatorröhre in der Nähe jener Stelle angebracht worden ist, und wenn die den Feuerkasten umgebenden doppelten Wände des Ofens nur eine geringe Dicke für das Wasser, welches sie enthalten, lassen, zeigt sich die obige Erscheinung in bedeutender Intensität.

Eine Erscheinung, deren Kenntniß ebenfalls wichtig erscheint, ist die größere oder geringere Geneigtheit der Locomotiven, mit dem Dampf auch eine gewisse Quantität Wasser wegzureißen. Die Quelle dieser nachtheiligen Wirkung sind verschiedene Ursachen; die einen hängen von dem Maschinisten ab, wenn er den Regulator zu weit öffnet, wodurch der Druck vermindert und ein starkes Kochen veranlaßt wird, so daß die in die Höhe gestiegenen Wassertheilchen mit dem Dampfe ausströmen. Oder der Maschinist füllt seinen Kessel zu sehr mit Wasser, so daß es bis zu der Kuppel steigt, in welcher das senkrechte Stück der Dampfröhre befindlich ist; in diesem Falle werden durch die Geschwindigkeit des Dampfes auch Wassertheilchen mit fortgerissen. Oder es können fettige Materien in den Kessel gebracht worden sein und sich auf den innern Wänden ausgebreitet haben; werden nun diese Materien mit dem Wasser vermischt, so geben sie ihm eine ähnliche Eigenschaft, wie die Milch besitzt, wenn sie in's Kochen kommt, und es wird in diesem Falle die von dem Dampfe mit weggeführte Wassermenge außerordentlich bedeutend.

Was nun die Ursachen des Wasserverlustes betrifft, die von den Einrichtungen der Maschine selbst abhängen, so liegen sie hauptsächlich in einer zu geringen Weite und Höhe der Kuppel, sowie in dem zu kleinen Raume zur Aufnahme des Dampfes über dem Wasser, welches jenen nöthigt, eine zu große Geschwindigkeit anzunehmen, so daß er nicht Zeit zum Trocknen hat. Es hat auch darin seinen Grund, daß die Kuppel oft über dem Feuerkasten liegt, d. h. an dem Puncte, wo die stärkste Verdampfung stattfindet und die Wassertheilchen in große Bewegung setzt.

In allen den angegebenen Fällen besteht das Mittel, den Dampf vor seinem Austritte aus dem Kessel von dem Wasser zu trennen, stets darin, den Regulator völlig zu verschließen und ihn alsdann nach und nach bis zu einem gewissen Puncte zu öffnen, den man jedoch nur durch Versuche ausmitteln kann.

Die dadurch hervorgebrachte Wirkung besteht darin, daß die Dampfströmung aufhört, daß der Druck in dem Kessel stärker wird, als er vorher war, und verhältnißmäßig geringer in dem zu den Cylindern führenden Dampfrohre; die Menge des durch den Regulator ausströmenden Dampfes hört alsdann auf, gleich der Production im Kessel zu sein; das starke Sieden läßt nach, weil der Dampfdruck über dem Wasser gleich dem des unter demselben erzeugten Dampfes ist und jenes sich daher nicht heben kann; in diesem Falle hat der Dampf, ehe er in die Cylinder strömt, Zeit, das in ihm suspendirte Wasser fahren zu lassen.

Wenn man die Regulatoröffnung vermindert, so nimmt die Geschwindigkeit des Dampfes auf seinem Wege zu den Cylindern in dem Verhältnisse der Differenz des Druckes in dem Kessel und in dem zu jenem führenden Rohre zu. Die Kraft der Maschine würde vermindert werden, wenn es wahr wäre, daß bei größerer, oder geringerer Regulatoröffnung die Maschine mit größerer oder geringerer Kraft arbeitet; allein diese Annahme ist in der Praxis durchaus nicht richtig, und man würde sich sehr täuschen, wenn man zur Erlangung der größten Geschwindigkeit der Maschine oder ihrer größten Zugkraft mit einer bedeutenden Belastung, den Regulator vollständig öffnen wollte. Die Erfahrung zeigt, daß in diesem Falle eine Dampfabsorption stattfindet, die mit dem größten Nutzeffecte nicht im Verhältnisse steht, und

daß, wenn bei'm Abgange der Regulator ganz offen ist, die Wassermenge im Kessel sich nach kurzer Zeit so vermindert, daß die Speisung, ohne den Kessel abzukühlen, schwierig wird, so daß Dampferzeugung und Dampfdruck unzureichend für den Betrieb werden. Die Ursache davon liegt in der Wassermenge, die der Dampf, in Folge der Einrichtungen und der Construction des Kessels, mit wegreißt, sowie auch in der fast gänzlichen Unmöglichkeit der Maschine, fortwährend eine so große Dampfmenge zu liefern, als die Cylinder bei einer so großen Geschwindigkeit verbrauchen. In dem Augenblicke, wo der Betrieb anfängt, hat die Dampferzeugung, welche durch das Durchströmen der Flamme durch die Heizröhren erfolgt, die Wirkung, das Wasservolum zu vermehren, indem seine Dichtigkeit mechanisch vermindert wird, und daß sich daher sein Niveau in dem Kessel erhebt. Man begreift, daß in diesem Falle, wenn aller erzeugte Dampf ausströmt, ohne daß das Wasser, welches er in Suspension enthält und welches er mit fortnimmt, durch einen Druck in dem Kessel, der höher, als der in den Dampfleitungen ist, aufgehalten wird, dieses durch den Dampfstrom mit fortgerissene Wasser sich mit demselben erheben und in die Cylinder, sowie nach Außen hin, mit fortgerissen werden wird. Die Regulatoröffnung muß daher so vermindert werden, daß der Druck im Kessel stärker, als in der Dampfleitung ist. Unter dem Einflusse dieses Drucks trocknet der Dampf mehr; es findet eine Art Aufhalten statt, deren Wirkung ohne Zweifel die ist, daß die Differenz der Dichtigkeit zwischen Wasser und Dampf mehr hervortritt, und daß der Dampf das Wasser zurückläßt, welches er nur in Folge seines lebhaften Emporsteigens aufgenommen hatte. Der Beweis, daß der Wasserstand im Kessel sich nur durch die mechanische Wirkung des

durch die Röhren veranlaßten aufsteigenden Dampfes erhöhet, liegt darin, daß, wenn man den Regulator verschließt, das Niveau sogleich auf seinen wirklichen Punct zurückfällt.

Dieses Sinken des Wasserstandes, welches jedes Mal dann erfolgt, wenn man die Ausflußöffnung verkleinert oder gänzlich verschließt, beruht auf dem physikalischen Gesetze der Dampfbildung unter verschiedenem Drucke.

Das Wasser ist, sowie alle übrigen Flüssigkeiten, nur in gewissen Temperaturen und unter gewissem Druck in seinem Aggregatzustande permanent. So kann man die Verwandlung der Flüssigkeiten in Dampf unter dem Einflusse zweier verschiedener Zustände bewirken, nämlich des Druckes und der Temperatur. Vermindert man den auf eine Flüssigkeit ausgeübten Druck, ohne daß sich die Temperatur verändert, so wird sie verdampfen. Es ist dies, z. B., bei'm Wasser in einer Temperatur von 66° C. der Fall, wenn man den Druck auf seine Oberfläche um 0,25 Atmosphäre vermindert. Und erhöhet man, auf der andern Seite, die Temperatur bei gleichbleibendem Drucke, so gelangt man ebenfalls dahin, die Flüssigkeiten in Dampf zu verwandeln. So verändert das Wasser, unter dem Einflusse des gewöhnlichen atmosphärischen Druckes, seinen physikalischen Zustand erst bei 100° und unter dem Drucke von 2 Atmosphären erst bei 121°,55.

Auf dieser Beziehung zwischen Temperatur und Druck bei der Dampferzeugung beruht das Sinken des Wasserstandes in den Kesseln, wenn man durch Verkleinerung der Ausgangsöffnung oder durch irgend eine andere Ursache den auf die Flüssigkeit ausgeübten Druck vermehrt. Da sich alsdann die Temperatur des Wassers nicht augenblicklich verändern kann, um sich zu dem correspondirenden Grade des

Druckes, den man plötzlich verändert annimmt, zu erheben, so hört die Verdampfung wirklich während einer gewissen Zeit auf und beginnt erst dann wieder, wenn die Hitze des Ofens und der Röhren das Wasser bis zu dem nöthigen Grade gebracht hat.

Man kann sich übrigens von der Ursache der Erhöhung des Wasserstandes in dem Kessel sehr leicht durch die Verdampfung Rechenschaft geben. Wirklich muß eine Vermengung mit Dampfbläschen das Wasser nothwendig verdrängen und demselben ein weit größeres Volum ertheilen.

Von der Brennmaterialienersparung.

Wir haben bereits bemerkt, daß bei den neuerlich erbauten Maschinen die Dimensionen des Heerdes oder Ofens weit bedeutender seien. Aus der bedeutenden Brennmaterialienmenge, welche diese Oefen aufzunehmen vermögen und aus der Vergrößerung der Heizoberfläche folgt eine weit größere Verdampfungskraft, als man vorhersehen konnte.

Wirklich hätte man die Vergrößerung des Heerdes mit der der Cylinder in ein Verhältniß setzen zu müssen geglaubt; allein der von einer, in die Esse geströmten, großen Dampfmenge hervorgebrachte starke Zug hat seine Wirkungen mit denen der in der Verbrennung begriffenen Masse vereinigt, und die Dampferzeugung hat demnach die gewöhnlichen Bedürfnisse der Maschinen weit überstiegen.

Dieser Umstand veranlaßt uns zu einigen Betrachtungen über die bei dem Locomotivenbetriebe einzuführende Brennmaterialersparung.

Die mit Cylindern von 30—31 Centimetern ($11\frac{1}{2}$ bis 12 Zoll rhein.) und mit Heerden von 65 bis 70 Centimetern (24 bis 27 Zoll) im Quadrat, erzeugen nur eine solche Dampfmenge, wie sie bei ei-

ner Geschwindigkeit von 9 Lieues ($5\frac{1}{2}$ deutsche Meilen) in der Stunde und bei einem mittlern Drucke von 3 Atmosphären erforderlich ist. Dieser Druck ist im Allgemeinen zum Transporte gewöhnlicher Züge hinlänglich, indem dieselben oft selbst einen geringern Druck erfordern und der Maschine daher eine größere Geschwindigkeit geben.

Die neuen Maschinen von großen Dimensionen, deren Heizoberfläche in einem weit stärkeren Verhältnisse, als die Cylinder es sind, vergrößert worden ist, können dieselbe Geschwindigkeit von 9 Lieues und Dampf von einem Drucke von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären hervorbringen. Ein solcher Druck ist zum Betriebe der gewöhnlichen Züge auf Rampen von 0,005 Meter ($\frac{1}{500}$) erforderlich; allein wenn diese Maschinen auf der St. Germain-Eisenbahn gehen, so erzeugen sie viel zu große Dampfmengen, weßhalb die Verbrennung nothwendig regulirt werden muß.

Die Mittel, welche die Maschinenführer jetzt zu ihrer Disposition haben, um den Brennmaterialienverbrauch zu vermindern, bestehen darin, weniger Coaks auf den Rost zu werfen und die Ofenthür während des Betriebes zu öffnen. Jedoch haben beide Mittel große Nachtheile. Ist der Rost wenig beladen, so kühlt die geringste Menge von frischem Brennmaterial, die aufgeworfen wird, den Ofen sehr ab, auch ist der Coaksverlust bedeutend, weil er auf dem Roste, durch die Stöße der Maschine, eine ähnliche Bewegung erleidet, wie auf einem Siebe. Die an und für sich leichten Coaks werden durch den Zug gehoben, da sie durch die geringe Stärke der Schicht auf dem Roste nicht gehalten werden. Durch die Bewegung gelangen die kleinsten Stücken unten hin und fallen durch die Roststäbe.

Das Oeffnen der Thür, zur Verminderung der Verbrennung, hat noch weit größere Nachtheile: in-

dem man eine große Menge kalter Luft durch die Röhren strömen läßt, veranlaßt die daraus folgende Abkühlung eine starke Zusammenziehung bei diesem Theile des Kessels, indem die Gesetze der Zusammenziehung bei den Ringen anders sind, als bei dem Ofen und bei den Röhren. Es folgt daraus fast immer eine merkwürdige Veränderung in den Fugen und Undichtigkeiten der Röhren.

Diese letzteren werden, wie wir schon oben bemerkt haben, mehr oder weniger bedeutend, wenn das Wasser viel Niederschläge bildet, indem sich die Kalktheilchen zwischen dir Fugen setzen, welche die Bewegungen der Ausdehnung augenblicklich gebildet haben und auf diese Weise die Wiederzusammenziehung der Theile verhindern, so daß mehr Wasser durch die Fugen dringt, als es sonst der Fall sein dürfte. Zuweilen ist es selbst der Fall, daß, wenn man gutes Wasser anwendet, die Fugen sich endlich wieder zusammenziehen, und wahrscheinlich kommt dies daher, daß die Kalktheilchen, welche jene offen erhielten, nach und nach fortgeschafft wurden.

Die Nachtheile der beiden Mittel zur Regulirung des Brennmaterialienverbrauchs und der Widerwille der Maschinenführer, sie anzuwenden, haben die Folge, daß die Dampferzeugung bei den Locomotiven nie geregelt ist. Ist der Ofen mit Coaks angefüllt und sind dieselben vollkommen glühend, so ist sie bedeutend; dagegen aber kaum hinreichend, wenn wenig Coaks auf dem Roste liegen, oder wenn eben erst frische hinzugefügt worden sind. Die fast nothwendige Folge ist die, daß der Maschinist fast immer sehr viel Brennmaterial im Ofen zu haben genöthigt ist, und daß folglich die meiste Zeit überflüssiger und durch die Ventile entweichender Dampf erzeugt wird; daß er der Mittel beraubt ist, sein Feuer nach der ihm erforderlichen Dampferzeugung zu regeln, und

daß er es in dem Augenblicke, wo es zu stark ist, nicht vermindern kann.

Dieser Nachtheil, der schon bei Maschinen mit zwölfzölligen Cylindern sehr bedeutend ist, indem er eine ebenso beträchtliche, als unnütze Dampferzeugung veranlaßt, wenn sie, wie es gewöhnlich der Fall ist, nicht ihre ganze Last ziehen, wird es bei Maschinen mit großen Oefen noch mehr. Es ist daher wesentlich, bei diesen Maschinen Mittel zur Regulirung des Zuges anzubringen, deren sich der Conducteur bedienen kann, um die Verbrennung mit der zu leistenden Wirkung, d. h. mit dem zu erzeugenden Dampfe, in Uebereinstimmung zu bringen.

Von den Registern zur Regulirung des Zuges.

Eins von den Mitteln zur Regulirug des Zuges besteht in einem Scheider, den Stephenson am Ende des Ausströmungs- oder Blaserohrs angebracht hat. Derselbe ist in der Mitte offen, um dem Dampfe kein Hinderniß entgegenzustellen; allein er kann, nach Erforderniß der Flamme und den durch die Verbrennung erzeugten Gasen, das Ausströmen in die Esse verhindern. Der Maschinist bewegt diesen Regulator mittelst einer, mit einem Hebel versehenen Stange.

Stephenson's Scheider hat aber auch noch einen andern Zweck; wenn nämlich in einer Maschine, die ihren Dienst gethan hat, das Feuer ausgelöscht und der Rost ganz leer oder selbst von seinem Platze genommen worden ist, so dringt die Luft sehr stark ein, da die Wärme in der Maschine einen starken Zug veranlaßt. Die Wirkung dieses Durchströmens der kalten Luft ist aus schon angeführten Gründen

sehr zerstörend. Bringt man aber in der Esse einen Stephenson'schen Scheider an und verschließt denselben unter diesen Umständen, so kann der Luftzug nicht stattfinden, und die Wirkung davon ist sehr gut. Ein anderes Mittel, dessen Anwendung mit dem vorhergehenden von großem Nutzen sein würde, bestände darin, am Anfange des Blaserohrs ein anderes Rohr anzubringen, welches unter dem Rauchkasten mittelst eines Hahnes mit weiter Oeffnung ausmündet. Dieser Hahn würde durch den Maschinisten mittelst einer Stange mit Hebel gehandhabt werden. Oeffnete man nun denselben, so würde ein Theil des benutzten Dampfes ausströmen, und da die durch das Blaserohr in die Esse ausströmende Menge dadurch vermindert werden würde, so würde es der Zug auch sein, ja er könnte selbst gänzlich verhindert werden. Dieses Mittel würde einen wesentlichen Vorzug vor dem andern haben; denn indem man durch die Hahnöffnung den Durchschnitt der Ausströmungsöffnungen vergrößerte, würde der Druck des durch die enge Oeffnung des Blaserohrs zusammengedrückten Dampfes vermindert und die Kraft der Maschine vermehrt werden. Wir glauben daher die Anwendung dieses Mittels empfehlen zu dürfen. Die Erfahrung hat schon etwas Aehnliches von dem hier angegebenen gefunden. Auf der St. Germain-Bahn hatte nämlich eine der Maschinen von Bury einen großen Ueberschuß der verdampfenden Kraft, weßhalb ihr Führer den Entleerungshahn an dem Blaserohre stets geöffnet ließ. Dadurch wurde der Zug vermindert, der jedoch noch immer hinreichend war, und es wurde folglich eine Brennmaterialersparung herbeigeführt. Jedoch fehlte es an einer Vorrichtung, um nach Belieben die Oeffnung des Hahns bewir-

ken und um sie nach Bedürfniß vergrößern zu können, so daß der Zug fast gänzlich aufhörte.

Von den Explosionen.

Ueber die Explosionen der Locomotive haben wir wenig zu sagen, indem dieselbe nur dem Führer und einer mangelhaften Aufsicht desselben zugeschrieben werden müssen. Die erste Pflicht ist die, dahin zu sehen, daß die beiden Sicherheitsventile den Dampf höchstens bei einem Drucke von 5 Atmosphären ausströmen lassen. Eine Maschine ist nicht im ordentlichen Stande, wenn bei diesem Drucke das veränderliche Ventil allein Dampf durchläßt; daß feste muß es ebenfalls thun.

Es ist wahrscheinlich, daß die bis jetzt so seltenen Explosionen keine andere Ursache, als den Unverstand der Führer gehabt haben, indem dieselben den Druck zu sehr erhöhen wollten und das Ausströmen des Dampfes aus den Sicherheitsventilen verhinderten. Vielleicht war dieser Unverstand mit einer schlechten Vernietung der Blechtafeln am Kessel und mit einem Bruche der großen von der Vorderwand durch den Kessel gehenden Bolzen verbunden. Wir machen nur die Maschinenbauer auf diesen Umstand aufmerksam, weil wir einige Kessel kennen, an denen die Niete und die übrigen Befestigungen weit weniger gut, als an anderen eingerichtet sind, um dem inneren Drucke Widerstand zu leisten. Die Explosionen sind für die Führer gefährlich, da es stets die Vorderwand ist, die als ebene Fläche, und weil sie sehr groß ist, am Ersten dem Drucke des Dampfs nachgiebt. Für die Reisenden haben diese Unfälle keinen Nachtheil, weil sie Zerreißungen des Kessels veranlassen.

Auf der Bahn von Paris nach St. Germain können die Führer die veränderlichen Ventile nicht über 5 Atmosphären belasten, und diese Einrichtung muß überall sein. Die festen Ventile sind außer dem Bereiche des Führers und werden oft von einem der oberen Betriebsbeamten der Bahn revidirt. Werden diese Vorsichtsmaßregeln gehörig beachtet, so sind die Explosionen fast unmöglich.

Eine letztere Beobachtung wird hinreichen, den Maschinisten zu zeigen, daß es in den meisten Fällen unnütz ist, den Druck durch größere Belastung der Ventile zu vermehren. Die Maschine wird nämlich alsdann nur die Kraft erlangen, schwerere Lasten ziehen zu können; allein auf die Geschwindigkeit hat der höhere Druck im Kessel keinen merklichen Einfluß. Die Maschinisten werden daher durch die Begehung eines sehr streng zu bestrafenden Vergehens nicht einmal die erwarteten Früchte erndten; denn da der Dampf in den Cylindern mit einem geringern Drucke wirkt, als er im Kessel hat, so ist es ja ganz zwecklos, diesen letztern zu erhöhen, da eine größere Oeffnung des Regulators hinreicht, um die Spannung in den Cylindern zu vermehren. Wichtig ist es für die Geschwindigkeit, in gleicher Zeit eine weit größere Dampfmenge von beliebiger Spannung zu erzeugen, um einer größern Menge von Kolbenzügen zu entsprechen; nicht aber diesen Dampf von einer höhern Spannung herzustellen, als man nöthig hat. Der Maschinist befleißige sich daher einzig, Feuer und Speisung nach der erforderlichen Weise zu leiten, und es ist von Wichtigkeit, daß er gänzlich von dieser Idee durchdrungen sei.

Dampfvertheilungsapparate und Regulatoren.

Nachdem wir die Dampferzeugungs-Apparate betrachtet haben, gelangen wir nunmehr zu denen, welche zur Vertheilung des Dampfes dienen, d. h., die den Zweck haben, ihn von dem Kessel in die Cylinder zu leiten, in denen er auf die Kolben den Druck ausübt, der ihre Bewegungen veranlaßt und die Maschine in Betrieb setzt; sowie auch die, welche dazu dienen, den Dampf aus den Cylindern in die Esse zu führen, wo er durch sein Ausströmen den Zug hervorbringt. Diese Vertheilungsröhren sind von den gleichen Apparaten bei den feststehenden Maschinen wesentlich verschieden.

Die Oeffnung, in welche der Dampf aus dem Kessel in das Vertheilungsrohr eintritt, ist im Innern von jenem befindlich und öffnet sich in dem obern Theile der hervorstehenden Kuppel. Der Zweck der letztern ist es, das Einströmen des Dampfes, so hoch, als möglich, zu bewerkstelligen, damit er Zeit habe, das in ihm suspendirte Wasser fahren zu lassen. Das Rohr, in welches der Dampf einströmt, geht durch den ganzen Kessel bis an dessen Ende; es geht in den Rauchkasten aus und gabelt sich hier, um jedem Cylinder Dampf zuzuführen. Dieser Apparat dient zu gleicher Zeit als Verschluß, indem er den Durchgang des Dampfes vollständig verhindert. Die Aufnahme des Dampfes von dem Vertheilungsrohre erfolgt entweder am Kopfe des Kessels, über dem Feuerkasten oder an seinem Ende, in der Nähe der Esse. Im erstern Falle, wenn das Rohr durch den ganzen Kessel geht, ist es an seinen beiden entgegengesetzten Enden befestigt, und da es dem Spiele der Ausdehnung nicht leicht folgen würde, so ist es mit einer Stopfbüchse versehen.

Die einzelnen Stücke, aus denen die Dampfleitungsröhre in dem Kessel besteht, müssen mit der größten Sorgfalt verbunden sein, damit kein Wasser in die Röhre eindringe. Der Durchschnitt derselben ist gewöhnlich ebenso groß, oder größer, als die Oeffnungen, durch welche der Dampf in die Cylinder strömt; dasselbe findet bei den Oeffnungen statt, welche der Regulator öffnet, oder verschließt.

Die Regulatoren haben verschiedene Formen, allein die am Allgemeinsten angenommene besteht aus zwei übereinanderliegenden Scheiben, von denen die eine beweglich ist. Beide sind so zerschnitten, daß die offenen Theile miteinander correspondiren, oder sich kreuzen, um den Dampf durchzulassen, oder aufzuhalten.

Die bewegliche Scheibe wird auf der festen Unterlage durch den Druck des Dampfes, sowie durch eine Schraube und eine Feder festgehalten. Die Feder ist deßhalb erforderlich, weil es wohl der Fall sein könnte, daß der Druck des Dampfes in der Röhre höher würde, als in dem Kessel. Wir erklären dies, wenn wir von dem Betriebe mit Gegendämpfen reden.

Man hat auch andere Formen des Regulators angenommen. Bei dem einen hat man das Ventilprincip angewendet, bei dem andern das der Hähne und bei noch andern das der Schieber. Die besten sind die, welche die wenigste Oberfläche in gegenseitige Reibung bringen, und die sich so leicht, als möglich, bewegen lassen. Zu dem Ende muß man durch zweckmäßige Einrichtungen, die zur Ueberwindung des Dampfdrucks erforderliche Anstrengung vermeiden, indem man sie durch einen fast gleichen Druck aufhebt. Man muß auch ferner die Reibung vermeiden, welche aus der ungleichen Ausdehnung der miteinander verbundenen und ineinander steckenden Röh-

ren herrührt. Regulatoren, bei denen cylindrische Oberflächen in gegenseitiger Reibung stehen, haben diesen Nachtheil im höchsten Grade, und ebenso sind auch solche zu verwerfen, die Schraubengänge im Innern des Kessels erfordern, auf welche der Druck des Dampfes einwirken würde.

Sehr wesentlich ist, daß der Maschinist die Form des Regulators seiner Maschine kenne, denn der Grad der Oeffnung dieses Apparates ist für seine Maschinen von schwachen Dimensionen einer der Hauptgründe eines regelmäßigen Ganges. Eine zu große Regulatoröffnung vermindert in wenigen Augenblicken die Dampfproduction; eine zu geringe Oeffnung schwächt die Kraft der Maschine und hält ihren Gang sehr auf.

Von den Cylindern, dem Schieberkasten und den Schiebern.

Der Dampf geht durch die gabelförmige Röhre, die zu den Cylindern führt, und dann in den Schieberkasten, in welchem er vertheilt wird, um wechselsweise auf beide Seiten des Kolbens zu wirken.

Die Einführung des Dampfes ist leicht zu begreifen; der Boden des Kastens ist mit 3 Oeffnungen versehen, von denen die beiden äußersten in das Innere des Cylinders an seinen Enden führen. Ein Deckel, ein Schieber oder Schieberventil, der sich hin- und herschieben läßt, bedeckt diese beiden Oeffnungen abwechselnd, und da während des Betriebes der Maschine der Schieberkasten stets mit Dampf angefüllt ist, so dringt dieser in dem Augenblicke in den Cylinder, in welchem jede Oeffnung unbedeckt bleibt. Die Einführung des Dampfes ist daher, wie man sieht, auf eine sehr einfache Weise regulirt. Es bleibt nun noch das Ausströmen des Dampfes zu

erklären. Jedesmal, wenn der Dampf auf die eine Seite des Kolbens strömt, muß der, welcher ihn vorher auf der andern Seite getrieben hat, entweichen. Zu dem Ende ist im Boden des Schieberkastens eine dritte Oeffnung vorhanden, die weder mit dem Cylinder, noch mit dem Schieberkasten, in welchem sich der Dampf aufhält, in Verbindung steht. Von letzterm ist sie getrennt, und stets mit dem beweglichen Deckel oder Schieber bedeckt, der abwechselnd die beiden äußersten Oeffnungen verschließt, oder öffnet; sie führt mittelst einer Röhre, die sich in die Esse öffnet, nach Außen. Da der bewegliche Deckel des Schiebers, der ihn bedeckt, hohl ist, so folgt aus seiner abwechselnden Bewegung, daß, wenn er eine der äußeren Oeffnungen aufschließt, um den Dampf in das Innere des Cylinders strömen zu lassen, er durch sein Inneres die andere äußere mit der mittlern Oeffnung in Verbindung setzt. Alsdann strömt der Dampf, der bei dem vorhergehenden Kolbenzuge durch die alsdann aufgeschlossene Oeffnung in den Cylinder drang, durch dieselbe wieder heraus, tritt in das Innere des Schiebers, findet daselbst die Ausgangsöffnung und stürzt sich in dieselbe. Auf diese Weise dient der Schieberkasten stets zum Durchgange des in den Cylinder strömenden Dampfes, wogegen durch die innere Höhlung des Schiebers stets der aus dem Cylinder herauskommende Dampf geht. Die beiden äußeren Oeffnungen lassen, wenn sie aufgeschlossen sind, den Dampf zu, und sie schaffen ihn abwechselnd nach der mittlern Oeffnung, wenn sie von dem Schieber bedeckt sind. Demnach schließt der Schieber nie mehr, als eine von den äußeren Oeffnungen zum Einströmen des Dampfes auf einmal auf, und er bedeckt zu gleicher Zeit die beiden anderen zum Ausströmen des Dampfes durch sein Inneres. Demnach wird der Druck des Dampfes im Innern des Schieberkastens auf

den Kolben ausgeübt. Unter dem Schieber verliert der mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzte Dampf augenblicklich seinen Druck. Der Kolben wird daher sehr stark einerseits durch den Druck des Dampfs getrieben, und auf der andern Seite findet er weiter keinen Widerstand, als einen sich plötzlich vermindernden Druck. Die Differenz dieses zweifachen Druckes ist es nun, welche die Maschine treibt; wären beide einander gleich, so würde der Kolben im Gleichgewichte und ohne Bewegung bleiben. Damit aber diese Differenz die größtmöglichste sei, müßte der Druck des in den Cylinder einströmenden Dampfes nicht geringer, als im Kessel, und der Druck des aus dem Cylinder ausströmenden nicht viel stärker, als der Druck der Atmosphäre, sein; allein dies ist schwer zu erlangen. Da die Kolben der Locomotiven sich mit einer sehr großen Geschwindigkeit bewegen müssen, so muß der Dampf in den Eingangsöffnungen eine Geschwindigkeit annehmen, die im umgekehrten Verhältnisse des aufgeschlossenen Theils der Oeffnung mit der Cylinderoberfläche steht. Auf diese Geschwindigkeit wirkt auch noch die Unregelmäßigkeit ein, die von der Verwandlung der hin- und hergehenden Bewegung des Kolbens in die rotirende der Kurbel herrührt. Eine sich regelmäßig bewegende Kurbel überträgt auf eine gerade horizontale Stange eine Bewegung, deren Geschwindigkeit für das Viertel der Peripherie, welches sich am Meisten der Senkrechten nähert, durch 0,293 und für das sich am Meisten der Horizontalen nähernde durch 0,707 ausgedrückt wird. Auf diese Weise besteht die ganze Geschwindigkeit des Kolbens aus einem Minimum und aus einem Maximum. Das Erstere findet statt, wenn die Kurbel von Oberhalb nach Unterhalb der Horizontallinie geht; das Letztere, wenn sie das Viertel der Peripherie von der einen Seite der Senk-

rechten bis zur andern Seite durchläuft; oder, mit andern Worten, jemehr sich die Richtung der Bewegung einer Kurbel dem Parallelismus der geradlinigten Stange, welche sie leitet, nähert, um so größer ist die dieser Stange mitgetheilte Geschwindigkeit, und jemehr sie sich von diesem Parallelismus entfernt, um sich einer dieser geradlinigten Stange senkrechten Richtung zu nähern, um so langsamer ist die derselben mitgetheilte Bewegung.

Wenn die Maschine mit ihrer größten Geschwindigkeit geht, d. h. 60 Kilometer (8 Meilen) in der Stunde, oder 1 Kilometer (0,13 Meilen) in der Minute, so beträgt, bei einem Durchmesser der Räder von 1,60 Meter (49 rheinische Zoll) und bei einer Peripherie von 5 Metern (16 Fuß), die Anzahl der Revolutionen eines jeden Kolbens 200 in der Minute und die seiner Züge 400. Da die Länge jedes Zuges 0,46 Meter ($17\frac{1}{2}$ Zoll) beträgt, so ist die Kolbengeschwindigkeit in der Minute = 184 Meter oder in der Secunde = 3,06 Meter ($9\frac{3}{4}$ Fuß), während die bei den feststehenden Maschinen = 1 Meter ($3\frac{1}{6}$ Fuß) ist. Da die Dimensionen, durch welche der Dampf ein- und ausströmt, gewöhnlich ein Zehntel von der Kolbenoberfläche betragen, so würde die Geschwindigkeit des Dampfes in den Oeffnungen 30 Meter ($95\frac{1}{2}$ F.) betragen, wenn dieselben immer vollständig geöffnet wären, sobald der Kolben seinen Lauf vollbringt. Dies ist aber nicht der Fall, und diese gänzliche Oeffnung findet nur in der Mitte des Laufs und an einem Puncte statt, wo die Geschwindigkeit des Kolbens die anderthalbfache von der angegebenen mittlern Geschwindigkeit beträgt. Die Geschwindigkeit durch die Oeffnungen würde demnach 50 Meter betragen. Berücksichtigt man auch die Zusammenziehungen, welche die Oeffnungen um zwei Drittel ver-

mindern, so erlangt der Dampf in denselben eine mittlere Geschwindigkeit von 75—80 Metern in der Secunde. Diese sehr bedeutende Geschwindigkeit hat jedoch keinen so schädlichen Einfluß, als man auf den ersten Blick fürchten dürfte. Die Ausströmungsgeschwindigkeit des Dampfes in die Luftleere beträgt mehr, als 600 Meter in der Secunde; in der Atmosphäre und bei einem absoluten Dampfdrucke von zwei Atmosphären beträgt sie 427 Meter.

Bei einem wirklichen Drucke von einer Viertel-Atmosphäre, oder bei einem absoluten von 1,25 Atmosphären, beträgt die Geschwindigkeit noch 265 Meter. Demnach würde also der wirkende Druck der Ausströmungsgeschwindigkeit von 80 Metern nur eine Fünftel-Atmosphäre betragen.

Der von den Einströmungsgeschwindigkeiten veranlaßte Widerstand ist daher, selbst bei großen Geschwindigkeiten, ganz unmerklich; allein wäre er auch bedeutend, so würde er doch keine nachtheilige Wirkung haben. Wirklich kann bei einer Geschwindigkeit von 15 Lieues (9 Meilen) in der Stunde der Kessel den Cylindern nur Dampf von vermindertem Drucke liefern; was macht es nun, daß diese Reduction zum Theil durch die Oeffnungen und nicht gänzlich durch den Regulator erfolgt?

Wenn wir aber auch keinen Kraftverlust von den Einströmungsöffnungen haben, so läßt sich dies doch nicht von den Ausströmungsöffnungen sagen. Der Druck, den der Dampf zu seinem Ausströmen erfordert, wird stets von dem wirkenden Drucke abgezogen werden müssen, und es dürfte jener nicht unbedeutend sein; denn die Geschwindigkeit zur augenblicklichen Entleerung der Cylinder könnte ungeheuer sein. Die Geschwindigkeit von 80 Metern, die, wenn sie den ganzen Lauf dauerte, hinreichend wäre, muß

daher weit größer werden, um die eine Seite des Cylinders unmittelbar zu befreien.

Eine weitere Berücksichtigung verdient, daß der Dampf bei'm Ausströmen aus dem Cylinder sich in einer oben verengten Röhre, dem Blaserohre, vereinigt, welche ein zweites Hinderniß darbietet. Der Zweck dieser Röhre ist der, den Zug soviel, als möglich, zu befördern; allein der Widerstand, den sie veranlaßt, ist natürlich zum Nachtheile der bewegenden Kraft. Man kann sich übrigens davon Rechenschaft geben, wenn man annimmt, daß bei der Geschwindigkeit von 16 Lieues der Cylinder mit Dampf von 3,75 Atmosphären angefüllt ist, der sich nach und nach expandirt und ausströmt. Berechnet man das Volumen dieses Dampfes mit successiver Expansion, so findet man, daß es fast das Doppelte von dem des Cylinders ist. Nimmt man das ganze Volumen des gelieferten Dampfes mit dem Durchschnitte des Blaserohrs, welches, da es conisch ausläuft, nur eine geringe Contraction hat, so gelangt man zu dem Resultate, daß bei fortwährendem Ausströmen der Dampf eine mittlere Geschwindigkeit von 250 Metern haben würde, die einer Triebkraft von einer Viertels-Atmosphäre entspricht. Dieses weiter unten näher entwickelte Resultat weis't nach, daß bei großen Geschwindigkeiten das Ausströmen des Dampfes einen bedeutenden Theil von der Kraft der Maschine absorbirt. Setzt man noch hinzu, daß bei denselben Geschwindigkeiten der treibende Dampf nothwendig an Druck verlieren muß, und daß endlich auch der Widerstand der Luft zunimmt und zuletzt bedeutend wird, so begreift man leicht, daß es gewisse Gränzen der Geschwindigkeit giebt, die man mit gegebenen Maschinen, selbst wenn sie leer fahren, nicht überschreiten kann.

Diese Gränzen, die anfänglich 9—12 französische Meilen in der Stunde betrugen, sind bei den neuern Maschinen auf 14 und selbst bis auf 15 Meilen in derselben Zeit erhöhet.

Vertheilung des Dampfes durch die Excentrica.

Sowie wir schon bemerkt haben, übt der auf der einen Seite auf die Kolben drückende und auf der andern gleichzeitig ausströmende Dampf auf dieselben einen Druck aus, der die Kraft, die Ursache des Betriebes der Maschine, bildet. Es ist gut, zu wissen, wie dieser Dampf abwechselnd auf solche Weise vertheilt wird, daß er den Kolben die hin- und hergehende Bewegung ertheilt, die sich in eine rotirende verwandelt und die Maschine fortbewegt. Jeder der beiden Kolben ist durch eine feste, geradlinigt geleitete, und durch eine bewegliche Stange, die Kurbelstange, mit einer gekröpften Welle verbunden, die zwei senkrecht aufeinander stehende Kurbeln bildet. An dieser Welle sitzen die beiden sogenannten Triebräder der Maschine, welche auf diese Weise unmittelbar von den Kolben die rotirende Bewegung erhalten. Viele Locomotiven, deren Cylinder außerhalb der Maschine liegen, haben jedoch keine gekröpften Triebrollen, sondern es sind die Enden der Wellen mit Kurbeln oder eine der Speichen beider Räder ist mit Warzen versehen, an denen die Kurbelstangen sitzen.

Das einfachste Mittel, den Dampf im Anfange des Kolbenlaufs zu vertheilen, besteht in der Benutzung der rotirenden Bewegung derselben Welle und ihrer Räder für diejenige von zwei excentrischen Scheiben, welche ihrerseits die Schieber-Ventile hin- und herziehen; ferner darin, die Excentrica so auf der Achse anzubringen, daß die Einströmungsöffnun-

gen für den Dampf im Anfange des Kolbenlaufes frei, die Ausströmungsöffnungen dagegen von dem Schieber bedeckt werden. Zu dem Ende ist jedes Excentricum auf der Kurbelachse mit der Kurbel des Cylinders, dessen Schieber sie leitet, angebracht. Um gehörig zu begreifen, was alsdann geschieht, darf man nicht vergessen, daß, wenn eine Kurbel einer horizontalen Stange eine Bewegung mittheilt, dieselbe rasch ist, wenn jene die Senkrechte, und langsam, wenn sie die Horizontale durchläuft.

Wenn zwei Kurbeln in rechtwinkliger Richtung zueinander an einer Achse angebracht worden sind und ihre Bewegung auf zwei geradlinigte Stangen übertragen, so ist, nach obigem geometrischen Gesetze, die Bewegung der Schieber ungleich, obwohl die der Kurbeln gleich.

Nun ist die langsame Bewegung gerade für den Kolben diejenige, wo er sich im Anfange und am Ende seines Laufes befindet, indem es die ist, in der die Kurbel die Horizontale durchläuft. Wenn daher die excentrische Scheibe in rechtwinkeliger Richtung zu der Kurbel angebracht ist, so wird der Augenblick, in welchem sie die Senkrechte durchlaufen und dem Schieber die größte Geschwindigkeit ertheilen wird, mit dem langsamsten Momente des Kolbens und mit der horizontalen Stellung der Kurbel correspondiren. Das Ein- und das Ausströmen des Dampfes, welche von derselben Bewegung des Schiebers abhängen, werden daher plötzlich und gleichzeitig bei jeder horizontalen Stellung der Kurbel, d. h., dann erfolgen, wenn der Kolben einen Lauf vollendet und einen andern begonnen haben wird.

Man bemerkt ferner, daß, wenn eine Kurbel in rechtwinkliger Richtung mit einer zweiten auf einer Achse angebracht ist, die eine bei einer halben Umdrehung von der einen zur andern Horizontalen, während die andere von einer zur andern Senkrechten

übergeht. Da nun beide Kurbeln jede einer Stange eine geradlinigte Bewegung mittheilen, so wird die von der ersten Kurbel geleitete Stange eine einzige Bewegung in einer und derselben Richtung erleiden, während die von der andern Kurbel geleitete die gleichgroße Bewegung, allein in zwei entgegengesetzte Richtungen getheilt, erleiden wird. Es folgt aus dieser geometrischen Eigenschaft, daß bei einer Locomotive in dem Augenblicke, in welchem die Kurbel horizontal steht und der Kolben im Anfange seines Laufs ist, während der erstern Hälfte dieses Laufs der von dem senkrechten Excentricum geführte Schieber eine Bewegung erleidet, welche die Oeffnung ganz frei macht, wenn das Excentricum in die horizontale Lage gelangt; während dagegen in der zweiten Hälfte des Kurbellaufs der Schieber in sich selbst zurückkommt und die Oeffnung bedeckt, die er frei gemacht hatte. Er ist daher ganz bereit, um die entgegengesetzte Oeffnung am Anfange des folgenden Laufes frei zu machen.

Es folgt ferner daraus, daß, wenn die Kurbel horizontal steht, das Excentricum aber vertical, die beiden Eingangsöffnungen für den Dampf geschlossen sind.

Das ist das bei der Dampfvertheilung befolgte Princip. Es ist aber hier nicht der Ort, in Details über alle die, welche in Anwendung stehen, einzugehen; jedoch sind sie nicht wesentlich voneinander verschieden. Wir werden an den gehörigen Orten auf diese Details zurückkommen. Die Verbindung der Bewegung zwischen den excentrischen Scheiben und Schiebern erfolgt durch leichte und bewegliche Stücke; allein da die Schieber unter dem Drucke des Dampfes gleiten, so sind sie einer starken Reibung unterworfen und leiden daher viel. Auch durch Abnutzung der excentrischen Scheiben verändern sie sich

viel und ebenso durch das Spiel der Gelenke und die übrigen Verbindungen der Hebel; sie geben auch durch zu große Elasticität nach. Diese Veränderungen haben einen um so nachtheiligeren Einfluß, als ein Zurückbleiben der Schieber von wenigen Millimetern von Wichtigkeit für die Regelmäßigkeit der Vertheilung ist. Und da der Lauf des Excentricums derselbe, wie der des Schiebers ist, so müssen das Zurückbleiben der Bewegung und der Geschwindigkeitsverlust, die, wie wir so eben bemerkt, bei der Verbindung der Bewegung durch die obigen Ursachen stattfinden, mit der größten Sorgfalt vermieden werden. Der Maschinist muß die größte Aufmerksamkeit darauf verwenden.

Die Dampfvertheilungen können mittelst Ausrückhebeln, welche die mit den excentrischen Scheiben verbundenen Stangen von den Leitungshebeln der Schieber abheben, unterbrochen werden. Durch denselben Ausrückhebel kann auch während des Ganges der Locomotive die Bewegung der Schieber auf solche Weise umgekehrt werden, daß dieser Gang der entgegengesetzte wird.

Diese Umkehrung der Dampfvertheilung wird jedoch nur dann angewendet, wenn die andern Mittel des Aufhaltens unzureichend sind. In diesem Falle werden die Einströmungsöffnungen des Dampfes in dem Augenblicke und auf der Seite frei, auf welcher der Kolben auf sich selbst zurückkommt; der Dampf erfüllt alsdann den ganzen Cylinder und widersetzt sich auf die Weise dem Kolbenlaufe, der, wenn er nicht aufgehalten wird, den Dampf in den Kessel zurückdrückt. In demselben Augenblicke wird die Ausströmungsöffnung unter dem Schieber bedeckt und mit der Luft in Verbindung gesetzt, die durch den folglich Kolbenlauf angezogen wird, durch das Blaserohr eindringt und den Cylinder anfüllt. Auf diese Weise

drängt der Gang der Maschine mit Gegendampf Luft in den Kessel; auch öffnen sich alsbald die Sicherheitsventile, und es strömt aus denselben mit Luft vermengter Dampf aus.

Speisung des Kessels.

Nach den Vorrichtungen zur Erzeugung des Dampfes und zu seiner Vertheilung in die Cylinder kommen die Mittel zur Zuführung des Wassers in den Kessel in dem Maße, als es durch den Betrieb der Maschine absorbirt wird. Es dienen dazu zwei Pumpen, die zu gleicher Zeit saugen und drücken; ihr Kolben ist massiv, wie bei den neuern feststehenden Maschinen. Sie erhalten das Wasser aus dem Tender und führen es dem Kessel zu. Das von einer dieser Pumpen gelieferte Wasservolum ist hinreichend, um in etwa 20 Minuten den Verbrauch der Maschine während eines einstündigen Betriebes zu ersetzen. Man kann die Wassermenge, welche die Pumpen geben, reguliren und ihre Wirkungsweise selbst ununterbrochen machen; allein dies ist nur bei neuen Maschinen möglich, die einen sehr kräftigen Heerd haben; die übrigen Maschinen sind dagegen viel zu empfindlich, als daß nicht die beiden Ursachen der augenblicklichen Abkühlung des Kessels, die Speisung mit kälterm Wasser und die Feuerung des Heerdes sofortige Einwirkung darauf haben sollten.

Von dem Mechanismus und seiner Einrichtung.

Wir müssen nun noch, um die allgemeinen Bemerkungen über die Locomotiven zu vollenden, von der Einrichtung ihres Mechanismus reden.

Der Betrieb der Maschine nimmt in den Cylindern seine Entstehung; die von ihnen hervorgebrachten Kräfte gehen von dem Rauchkasten, in welchem die Cylinder eingeschlossen sind, aus. Die Wirkungen der Kraft finden nach zwei Richtungen statt, je nachdem der Dampf auf die eine oder auf die andere Seite des Kolbens drückt, so daß die Stangen eine ziehende und eine schiebende Bewegung erlangen.

Diese Wirkungen werden in ihrer ganzen Kraft der gekröpften oder Kurbelachse mitgetheilt, weshalb es erforderlich ist, daß dieselbe mit der Cylinderkammer sehr fest verbunden sei. Zu dem Ende ruht der Kessel auf einem Gestelle, mit welchem er durch angeschraubte Träger verankert ist, obwohl nicht unbemerkt bleiben kann, daß bei den meisten Maschinen diese Verbindung mangelhaft ist; man scheint nämlich nur zum Zweck gehabt zu haben, durch das Gestell das Gewicht des Kessels tragen zu lassen, nicht aber zu gleicher Zeit eine Sicherung gegen die horizontalen Wirkungen der in den Cylindern entwickelten Kräfte zu veranlassen. Es folgt daraus, daß sich bei vielen Maschinen nach einem mehrmonatlichen Betriebe ein dem geübten Auge bemerkbares Spiel zwischen der Cylinderkammer und den Trägern oder Ankern, welche den Kessel mit dem Gestelle verbinden, zeigt. Unter dem letztern sind die Büchsen angebracht, in denen sich die Enden der Achsen, welche das ganze Gewicht der Maschine tragen, drehen.

Wenn diese Büchsen der einzige Widerstandspunct gegen die Cylinder wären, so würden wahrscheinlich nicht allein die Träger des Kessels nicht widerstehen, sondern es würde auch die in beiden horizontalen Richtungen durch die Kurbeln in so raschen Betrieb gesetzte und blos an den Enden gehaltene Achse Schwingungen erhalten, die sehr schnell den Bruch herbeiführen müßten. Um dies zu ver-

meiden, ist die Cylinderkammer mit der Kurbelachse durch vier oder wenigstens mit drei eisernen Balken verbunden. Dieselben sind durch starke Bolzen mit der Cylinderkammer vereinigt und tragen jeder einen kupfernen Ring, von welchem die Kurbelachse umschlossen ist. Dieser Ring kann sich senkrecht verändern, und es muß dies auch wegen des Spieles der Federn, welche oft die Achse von dem Kessel trennen, der Fall sein. In horizontaler Richtung aber, welche diejenige ist, in der die Kurbelachse den meisten Widerstand leisten muß, wird der Hals mittelst hängender Keile, die als Schlüssel wirken, um die Büchsen gegen die Achse zu drücken, ganz festgehalten. In olge dieser Einrichtung wird die Kurbelachse an sechs oder doch wenigstens an fünf verschiedenen Puncten gehalten, welche mit der Cylinderkammer in Verbindung stehen und in denen sie ihre rotirende Bewegung ausübt. Die Aufmerksamkeit des Führers muß darauf gerichtet sein, daß diese Verbindungsmittel fortwährend ihren Zweck erfüllen, und wenn sich daher die Büchsen abgenutzt haben, so nähert er sie einander, indem er die Keile in die Höhe treibt.

Die drei großen Balken, von denen wir so eben redeten, sind an ihrem einen Ende, auf der Seite der Achse, mit Lappen verbunden, welche an den Feuerkasten geschraubt sind. Es ist aber von Wichtigkeit, daß diese Verbindung nicht ganz steif sei und ein wenig Spielraum zur Verlängerung habe, indem diese Balken nicht ganz derselben Ausdehnung unterworfen sind, als die Masse des Kessels. Denn, wenn diese Verlängerung stattfindet, so werden, durch das Ziehen des Kessels an den langen Balken, die Verbindungen mit dem Feuerkasten lose und lassen das in den doppelten Wänden desselben enthaltene Wasser durch.

Bei einer neuen Maschine hat man die mittleren Balken weggelassen und hat die Hälse oder Ringe, welche die Kurbelachse halten, unmittelbar an dem Feuerkasten befestigt. Die Erfahrung wird sich über den guten oder schlechten Erfolg dieser neuen Einrichtung aussprechen, die uns übrigens wenig gerechtfertigt erscheint.

Es bleibt zu bemerken, daß die Nothwendigkeit, das Gewicht der Locomotiven zu vermindern, zu der fast ausschließlichen Anwendung des Schmiedeeisens bei ihrer Construction geführt hat. Alle Theile, die durch eine rotirende oder hin- und hergehende Bewegung, oder durch ein Gleiten ihrer Oberflächen aufeinander eine gegenseitige Reibung haben, sind daher verhältnißmäßig weit schwächer, als bei den gewöhnlichen feststehenden Maschinen, bei denen das Gußeisen in starken Dimensionen zu Wellen, Balanciers, Kurbelstangen, Leitungen, excentrischen Scheiben ꝛc. angewendet worden ist. Nun ist es aber von Wichtigkeit, zu bemerken, daß bei den Maschinen die Reibung nicht allein von dem Drucke, sondern auch von der mehr oder weniger vollständigen Eigenschaft des Metalles abhängt, diesen Druck ohne Veränderung ertragen zu können. Es zeigt sich bei den Büchsen eine außerordentlich starke Reibung, die Materie wird warm, reibt sich aus und schmilzt selbst zuweilen. Zur Verhinderung dieser Veränderung werden die reibenden Oberflächen stets mit Oel versehen, und dies ist um so nöthiger, da die Oberflächen im Allgemeinen für die Summen des Drucks, den sie zu ertragen haben, fast auf die geringste Gränze vermindert sind. Auch hat die geringste Vernachläßgung in dieser Beziehung große Nachtheile; der erste besteht darin, daß der Widerstand der Maschine sich bedeutend vermehrt, so daß sie oft in ihrem Gange aufgehalten wird; der zweite darin, daß sich die

Büchsen sehr rasch abnutzen; der dritte, daß die Theile in Folge ihrer Erhitzung und der Anstrengungen, denen sie unterworfen sind, zerbrechen*).

Die geringste Erhitzung der einem starken Druck unterworfenen Büchsen verändert unmittelbar die Bedingungen der gegenseitigen Härte der sich reibenden Metalle, vermehrt die Adhäsion zwischen ihren Oberflächen: sie höhlen sich aus und zerreißen, und Oel kann nie die gute Arbeit der auf diese Weise veränderten Oberflächen wiederherstellen.

In einer genauen Aufmerksamkeit auf das Schmieren liegt daher eine der sichersten Bedingungen für die Erhaltung eines guten Betriebes der Maschinen. Eine andere, nicht minder nothwendige Sorgfalt muß darauf verwendet werden, um soviel, als möglich, alle Stücke in ihrem ersten, normalmäßigen Zustande zu erhalten. Eine aus so vielen Stücken bestehende Maschine, welche durch die Stöße und durch die Schnelligkeit ihres Betriebes so starken und unaufhörlichen Erschütterungen ausgesetzt ist, erlangt natürlich eine gewisse Beweglichkeit in ihrer Gliederung, und diese möglichst zu vermeiden, muß das Bestreben des Führers sein. In den Büchsen und Pfannen muß nur der nöthige Spielraum bleiben; er muß die abgenutzten Stücke durch andere ersetzen und muß die lose gewordenen Verbindungen wieder steifer machen. Diese Verbindungen sind übrigens so eingerichtet, um die Nachtheile der Abnutzung überall da,

---

*) Man wird die Wichtigkeit des Schmierens leicht einsehen, wenn man weiß, daß, z. B., bei dem sich auf Bronze reibenden Eisen, der Reibungs-Coefficient, wenn die Oberflächen gehörig geschmiert sind, 0,07 bis 0,08 von dem Drucke beträgt; dagegen, wenn sie blos fettig und mit Wasser benetzt sind, er gleich 0,19 wird und sich endlich auf 0,25 erhebt, wenn die Oberflächen nur wenig fettig sind.

wo es sich bei den aufeinanderreibenden Stücken zeigt, zu verhindern.

Von der Adhäsion.

Anfänglich hatte man angenommen, daß die zwischen den Maschinenrädern und den Schienen existirende Adhäsion nicht hinreichend sei, beträchtliche Lasten fortzuschaffen, und man ließ daher die Maschinen mittelst eines Zahnrades und einer Zahnstange gehen. Allein man erkannte bald, daß die Adhäsion der Räder an den Schienen, so glatt auch die in Berührung stehenden Oberflächen seien, hinreiche, und daß die Zahnstange nur einen sehr langsamen Gang gestatte.

Die Adhäsion wechselt nach der größern oder geringern Reinheit der Schienen von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{15}$ des Gewichts, welches die Triebräder der Maschine tragen, und da das Letztere gewöhnlich 5 Tonnen beträgt, so können die Räder, ohne zu gleiten, eine Last von höchstens einer Tonne oder 20 Centner und von mindestens 6 Centner überwinden. Dies übersteigt die gewöhnliche Arbeit weit. Wirklich zerfällt das Gewicht der Wagenzüge oder Convois in zwei Theile: in die der Maschinen und in die der Transportwagen. Die von den Maschinen entwickelte Reibung beträgt 8 Kilogr. (17 Pfund) auf 1000 Kilogr. oder 1 Tonne und die der Wagen etwa 4 Kilogr., so daß die durchschnittlich 10 Tonnen schweren Maschinen daher 80 Kilogr. (168 Pfd.) absorbiren. Es bleibt alsdann das Gewicht, welches die Kraft vorstellt, und dem die Adhäsion von höchstens 920 und mindestens 250 Kilogr. (1930 und 530 Pfund) das Gleichgewicht hält, und welches höchstens 230 und mindestens 62 Tonnen zu ziehen vermag.

Die gewöhnlichen Personenwagenzüge bestehen aus etwa 6 Wagen, die, mit Menschen besetzt, ein

Gewicht von 30 Tonnen haben, und die zu der Bewegung derselben erforderliche Adhäsion wird durch das Gewicht von 120 Kilogr. (250 Pfd.) und mit der Maschine und ihrem Tender höchstens durch 220 Kilogr. (460 Pfd.) ausgedrückt. Indem nun die gewöhnlichen Grenzen der Adhäsion $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ sind, würde es hinreichend sein, daß die Triebräder der zu dem bemerkten gewöhnlichen Betriebe der Bahn erforderlichen Maschinen ein Gewicht von $2\frac{1}{2}$ Tonnen trügen.

Aber weit davon entfernt ist das Gewicht der 12 Tonnen schweren Maschinen auf folgende Weise vertheilt:

auf	den	Triebrädern . .	$5\frac{1}{2}$	Tonnen.
"	"	Vorderrädern . .	$4\frac{1}{2}$	"
"	"	Hinterrädern . .	2	"
		Summa:	12	Tonnen.

Diese Vertheilung hat ohne Zweifel den Vortheil, daß eine Maschine bedeutende und geringe Gewichte fortschaffen kann; allein sie hat auch den großen Nachtheil, für die Eisenbahn eine Ursache der Zerstörung und wenigstens davon zu sein, daß die Schienen aus ihrer richtigen horizontalen Lage kommen, so daß sie häufige Reparaturen veranlassen.

Dieser so schädliche Einfluß des Gewichtes der Maschinen ist durch unumstößliche Erfahrungsresultate bewiesen worden.

Die Liverpool-Manchester-Bahn wurde anfänglich mit Schienen versehen, von denen 3 Fuß etwa 44 Pfund wogen, und die Maschinen wogen 5 Tonnen. Nach wenigen Monaten wurde aber durch die Leichtigkeit der Stücke und die Beweglichkeit, die sie in ihren Verbindungen erlangten, dargethan, daß das Gewicht 7 bis 8 Tonnen betragen müsse. Unter dem Einflusse dieses Gewichts und der großen Ge-

schwindigkeiten der Maschinen, gelangte die Eisenbahn aber bald zu einem sehr beunruhigenden Zustande: die Schienen bogen sich meistentheils, oder zerbrachen.

Von den Einwirkungen der Maschinen auf die Schienen.

Man kann sich leicht Rechenschaft von der Einwirkung der Maschinen auf die Schienen geben; sie ist die unmittelbare Folge der Fehler, die mit der bis jetzt befolgten Constructionsweise der Eisenbahnen verbunden sind, Fehler, welche die Ingenieure recht gut kennen, und die zu vermeiden ihr angestrengtes Bemühen ist.

Eine Eisenbahn wird auf dem bloßen Boden vorgerichtet, mit dem sie nur durch ihr eigenes Gewicht oder durch das der schwachen Schicht Erde oder Sand verbunden ist, welche die Unterlagen umgibt. Wenn nun eine Locomotive darüber weggeht, so wird der Boden durch den Einfluß des Gewichts niedergedrückt, er biegt sich nach seiner größern oder geringern Elasticität, oder je nachdem auch die Schiene den Druck auf einen größern oder geringern Theil seiner Oberfläche überträgt. Die Schiene folgt dieser Biegung, und da sie sich dabei vorn und hinten aufrichtet, so entsteht dadurch eine undulirende Bewegung, sobald ein Wagenzug darüber weggeht. Diese Wirkung ist so bedeutend, daß bei Steigungen von 11 bis 14 Tausendel die Schienen schon durch die gewöhnliche Benutzung unmerklich herabgedrückt werden.

Diese allgemeine Undulation der Schienen würde nicht sehr nachtheilig sein, wenn die Biegungen innerhalb der Grenzen der Bodenelasticität blieben, welches aber durchaus nicht der Fall ist. Die Er-

schütterungen, welche sie hervorbringt, haben noch eine andere Ursache, als die mit dem Boden selbst verbundene, nämlich die, welche der ungleiche Widerstand der Schienen veranlaßt. An den Verbindungen oder Wechseln ist nämlich der Widerstand geringer, als an den übrigen Puncten; das Gewicht ist an diesem Puncte auf eine schwächere Oberfläche des Bodens zurückgeführt: auf eine Biegung der Schienen, die an diesem Puncte am Beträchtlichsten ist, folgt ihre Aufrichtung nach dem Uebergange der Last, der Querschwell wird von dem Boden in die Höhe gehoben, und jedesmal, wenn er das Gewicht der Wagenräder von Neuem zu tragen hat, senkt er sich wieder mit einem heftigen Stoße gegen den Boden, der dadurch immer mehr und mehr niedergedrückt wird. Diese Vibrationen betragen höchstens nur einige Linien, selbst bei der schlechtesten Construction der Eisenbahn; allein dies ist hinreichend, um bei jedem Uebergang über eine Schiene Stöße hervorzubringen, die sich durch ein Schlagen zeigen, welches durch den Unterschied der Höhe zweier aufeinander folgender Schienen an ihren Wechseln verursacht wird. Die Schiene, auf welche die Last einwirkt, senkt sich, die andere bleibt erhöhet, so daß die Räder auf ihrem Laufe gegen diesen Widerstand stoßen und ein stärkeres oder schwächeres Geräusch verursachen.

Man sieht ein, wie sehr eine Eisenbahn mit Schienen von 40 Pfund Gewicht auf 3 Fuß Länge unter dem Einflusse so bedeutender Gewichte, wie das der Maschinen und Wagen, bei großen Geschwindigkeiten leiden mußte. Man war daher genöthigt, sogleich Maßregeln dagegen zu nehmen, da das Uebel mit größter Schnelligkeit zunahm.

Die angewendeten Mittel waren von zweierlei Art. Das erste bestand darin, die vierzigpfündigen Schienen durch sechszigpfündige zu ersetzen; allein da

dies nur nach und nach geschehen konnte, so war diese Maßregel unzureichend. Man versah daher die bis dahin vierräderigen Maschinen mit sechs Rädern. Man hatte bemerkt, daß die schädliche Einwirkung der Maschinen auf die Bahn von der Art und Weise herrührte, wie die Räder, in Folge der weiter oben erwähnten Vibrationen, gegen die Schienenwechsel stießen. Man ließ daher einen Theil von dem Gewicht der Maschinen, in dem Augenblicke des Stoßes, auf zwei Hinterrädern ruhen, und zu dem Ende brachte man die Räder auf solche Weise an, daß sie nur, wenn die Maschine leer war, einen geringen Theil ihres Gewichtes trugen, um die Schwingungen der Federn zu verhindern; wenn aber die Maschine mit Wasser angefüllt war, wurden die Federn mit etwa höchstens 1000 Pfund belastet. Dieses dem Anscheine nach so geringfügige Mittel ist im höchsten Grade wirksam. Es ist sehr einleuchtend, daß bei den Schwingungen, bei'm Gange der Locomotive, die Hinterräder einen bedeutenden Theil der Last aufnehmen, weil die schlechter werdende Bahn die Räder aufhielt, und die langsam erfolgende Auswechselung der leichten Schienen hatte daher nichts Nachtheiliges, ja sie hätte sogar gänzlich unterbleiben können, wenn nicht die Geschwindigkeit der Züge auf der Bahn so außerordentlich wäre.

Wir bedürfen keiner weitern Auseinandersetzung, um zu sehen, wie es kommt, daß bei den vierräderigen Maschinen die Kurbelachse nothwendig mehr als die Hälfte der Last tragen muß. Wenn die Cylinder zwischen den Rädern angebracht sind, so müssen die Kurbelstangen der gekröpften Achse vor dem Feuerkasten bequem spielen können; es wird alsdann ein bedeutender Theil der Maschine hinter jener Achse liegen, und der Platz des Maschinisten befindet sich auch dort und belastet jene also sehr bedeutend.

Man sieht jedoch ein, daß die Vertheilung des Gewichts der Maschinen auf sechs Räder nicht wegen der gleichen Vertheilung desselben gemacht worden ist, sondern wegen Schonung der Bahn, indem nur kurze Zeit während des Betriebes ein Theil des Gewichtes von den Triebrädern auf die Hinterräder gebracht wird. Dies erklärt sich folgendermaßen: Auf der Eisenbahn von Liverpool nach Manchester sind starke Steigungen von $\frac{1}{100}$ vorhanden, und da es von Wichtigkeit ist, daß die Maschinen eine Gesammtadhäsion behalten, die ihrem größten Nutzeffecte gleichkommt, so hat man das von den Triebrädern getragene Gewicht nicht zu vermindern gesucht. Die Form der sechsräderigen Maschinen ist daher von der der vierräderigen nur dadurch verschieden, daß jene zwei Hinterräder haben, die nur bei den Stößen wirken. Eine solche Abänderung kann bei Bahnen, wie die von Liverpool nach Manchester führende, auf der bedeutende und verschiedene Steigungen vorhanden sind, sehr wesentlich, für andere Bahnen aber sehr unwesentlich und unwirksam sein. Wirklich müssen die Locomotiven mit Berücksichtigung der Bahn, auf welcher sie wirken sollen, construirt werden. Ist eine Bahn kurz, so folgen die Abfahrten häufig aufeinander, die Convois sind gewöhnlich leicht; wenn die Steigungen gering sind, so ist sich die Wirkung der Maschine fast auf der ganzen Linie gleich. Ein Dienst dieser Art erfordert keine bedeutende Anstrengung, und die Grenze der Adhäsion kann daher gering und das auf die Triebräder übertragene Gewicht noch weit geringer sein. Da man aber die Triebräder nicht entlasten kann, ohne die Vorderräder weit mehr, als die Hinterräder, zu belasten, so wird der kleine Durchmesser der Vorderräder bei den Maschinen eine Ursache der merklichen Erhöhung der Reibung. Da diese Reibung im umgekehrten Verhält-

nisse des Raddurchmessers zunimmt, so darf man das Gewicht nicht von den großen Rädern nehmen, um es auf die kleinen zu übertragen. Auch ist es sehr unzweckmäßig, die Vorderräder sehr klein zu machen, indem durch solche die Reparaturkosten der Bahnen sehr vermehrt werden.

Die andern Vortheile der sechsräderigen Maschinen bestehen darin, daß sie aufgehört haben, zu gallopiren, daß ihre Seitenabweichungen, die hauptsächlich von der ungleichen Abnutzung der Querschwellen nach Rechts und nach Links herrühren, an Intensität verloren haben, daß ihr Mechanismus eine längere Dauer hat, daß ihr ganzer Bau länger gehalten hat, daß weniger häufig Dampf durch schadhafte Röhren entweicht, endlich, daß, wenn die Kurbelachse bricht, die Locomotive nicht aus dem Geleise gehen kann.

Eine Frage in Beziehung auf die beste Einrichtung einer Locomotive, welche manchen Widerspruch erlitten hat, bestand darin, ob das Gestell außerhalb oder innerhalb der Räder vorhanden sein müsse. Die Erfahrung hat für die erstern entschieden, die auch in Uebereinstimmung mit den theoretischen Ansichten steht. Eine steife Welle, die in drehender Richtung durch geradlinigte Kräfte getrieben wird, dreht sich mit um so größerer Stabilität, je entfernter ihre Zapfenlager von einander liegen. Nimmt man an, daß eine Kurbel- oder Triebradachse mittelst ihrer Zapfenlager nur nach der Mitte zu gehalten werde, so würde, wenn sie durch Kräfte getrieben würde, die in verschiedener und entgegengesetzter Richtung von der durch die Cylinder mitgetheilten wirken, sie bei der geringsten Abnutzung der Zapfenlager aufhören, senkrecht auf der Kolbenbewegung zu stehen; im Gegentheile würde sie einen um so größern Winkel annehmen, je mehr die Zapfenlager sich der Mitte näher-

ten. Alsdann stoßen die Spurkränze der Räder gegen die Schienen, die Maschine erleidet heftige Seitenabweichungen, die bei großen Geschwindigkeiten gefährlich sind. Dasselbe wird auch der Fall sein und durch eine ähnliche Ursache herbeigeführt, wenn die Kurbeln, statt einen Theil der Achse selbst zu bilden, an den Enden angebracht sind, wie dies bei solchen Maschinen der Fall ist, bei denen die Cylinder außerhalb des Rauchkastens liegen.

Von den zum Gütertransport angewendeten Maschinen.

Zum Waarentransport wendet man gewöhnlich Maschinen an, deren Triebräder mit den Vorderrädern durch Kurbelstangen verbunden sind; diese Räder haben dann gleichen Durchmesser mit jenen. Diese Kuppelung hat keinen andern Zweck, als die Vermehrung der Adhäsion, indem man daran das von den Vorderrädern der Maschine getragene Gewicht Theil nehmen läßt.

Da die von den Rädern getragene Belastung auf der Liverpool-Manchester-Bahn gewöhnlich 5 Tonnen beträgt und die Adhäsion höchstens $\frac{1}{6}$ von diesem Gewichte, so wird dies hinreichen, um auf einer ebenen Bahn 250 Tonnen fortzuschaffen. Da aber das Minimum der Adhäsion bis auf $\frac{1}{15}$ hinabsinken kann, so würden die Maschinen selbst mit einer Belastung, die etwas mehr als ein Drittel der obigen Belastung beträgt, ohne zu gleiten, nicht vorwärts gehen können.

Die gewöhnlichen Personenwagenzüge sind auf der obigen Bahn ohngefähr ein Drittel so schwer, als die Last, welche die Maschinen mit einer geringen Geschwindigkeit auf der ganzen Linie, mit Ausnahme der Rampe von $\frac{1}{100}$ Steigung, fortzuschaffen

vermögen. Die Kraft der Maschinen, einzig nach den Dimensionen des Cylinders, der Kurbeln und der Räder berechnet, ist alsdann drei- oder viermal stärker, als der zu überwindende Widerstand. Die Adhäsion ist daher für diese Arten von Zügen stets hinreichend, und Aufenthalte durch Gleiten sind selten und unbemerkbar.

Bei'm Gütertransport ist es anders: die Züge sind beträchtlich, die Adhäsion muß der ganzen Kraft der Maschine das Gleichgewicht halten, und man wendet alsdann die Verkuppelung an. Jedoch hat dieselbe große Nachtheile, indem sie eine bedeutende Reibung veranlaßt, die von einem ungleichen Durchmesser der Räder, in Folge der Abnutzung der Felgen und der Ajustirungspfannen der Kuppelstangen, herrührt.

Die Maschinen sind alsdann in den Curven von geringem Durchmesser nur schwierig zu bewegen.

Die Kuppelstangen können zerbrechen.

Bei großer Geschwindigkeit kommen die Kuppelungen in Unordnung.

Eine gekuppelte Maschine, deren Räder, z. B., bei Schnee, gleiten, erleidet bedeutende Drehungen bei den meisten beweglichen Theilen.

Bei gutem Wetter sind die Kuppelstangen nicht nöthig und werden alsdann ganz überflüssig.

Diese Nachtheile haben daher Herrn Melling veranlaßt, auf der Liverpool-Manchester-Eisenbahn eine andere Methode anzuwenden, um die Bewegung der Vorderräder von der der Triebräder abhängig zu machen. Er brachte nämlich zwischen den Rädern eine Rolle an, die auf die Kreise der Felgen eines jeden drückte und nach Belieben durch eine beträchtliche Kraft mittelst kleiner Cylinder mit Kolben, in die man Dampf einließ, angewendet werden konnte,

sobald man die Adhäsion der Maschine vermehren wollte.

Von dem Tender oder Munitionswagen.

Mit einer in Bewegung stehenden Locomotivmaschine ist ein Wagen, Tender genannt, verbunden, der gewöhnlich auf vier, neuerlich häufig aber auch auf sechs Rädern, ruht. Er enthält das erforderliche Wasser und Brennmaterial, um den Ofen und den Kessel auf einer Strecke von höchstens 5 und von wenigstens 3 (preußischen) Meilen zu speisen. Bei längeren Bahnen sind auf den Stationen Wasserbehälter und Coaksmagazine vorhanden, um den Tender mit beiden Materialien füllen zu können. Fig. 91 gibt einen Längendurchschnitt, Fig. 92 einen vordern Aufriß eines sechsräderigen Tenders.

Der Tender ist mit seiner Maschine durch einen Bolzen verbunden, der genau in ein Band paßt, und der jeder von der Maschine entwickelten Kraft entsprechen muß. Der Wasserbehälter des Tenders steht mittelst zweier Röhren mit den Speisepumpen in Verbindung. Diese Verbindung geschieht durch gegliederte Röhrenstücke, so daß alle Seiten- und senkrechten Bewegungen, die aus den oben angegebenen Gründen, und hauptsächlich wegen Unebenheit der Bahn und wegen zu großer Geschwindigkeit der Maschine, nicht vermieden werden können, keinen nachtheiligen Einfluß haben. Auch der Bolzen gestattet diese Bewegungen.

Ein gut construirter Tender muß übrigens einerseits leicht und andererseits fest sein; die Fugen der Blechtafeln, aus denen das Wasserreservoir besteht, müssen gehörig verdichtet sein; die Hähne, welche den Speisepumpen Wasser zuführen, müssen ebenfalls sehr dicht sein, eine Bedingung, die nicht überall erfüllt

ist. Das Brennmaterial liegt auf dem Tender im gleichen Niveau mit dem Ofen; die Räder sind, wie bei Locomotiven, auf die Achsen gekeilt, und das Gewicht des Tenders hängt in Federn, um die heftigen Bewegungen des Wassers zu vermeiden. Hinten ist ein Haken an einer starken Zug- und Stoßfeder angebracht, welcher die oft sehr heftigen Stöße bei'm Anziehen, bei'm Stillstehen und während des Ganges der Maschine, mildert.

Anwendung der Expansion bei den Locomotiven.

Man hat gefunden, daß bei den Personenzügen, wenn sie ihre gewöhnliche Geschwindigkeit erreicht haben, durchaus kein Druck von 4 Atmosphären existirt. So hat man bei der vierräderigen Maschine Jackson auf der Pariser St. Germain-Eisenbahn gefunden, daß, wenn sie 40 Tonnen, oder etwa acht volle Wagen auf einer Rampe von 0,001 Meter zieht, sie nur einen wirklichen Druck von 1,54 Atmosphären auf den Kolben erfordert und mit einer Geschwindigkeit von 34 Kilometer ($4\frac{1}{2}$ preuß. Meilen) in der Stunde gehen kann. Will man einen zweckmäßigen Druck in dem Kessel erhalten, so muß der Regulator sehr wenig geöffnet sein, und es entsteht eine wirkliche Expansion in den Vertheilungsröhren.

Wendet man das Princip der Expansion an, so wird man im Gegentheile dahin gelangen, im Anfange den Dampf mit vollem Drucke wirken und ihn alsdann im Cylinder selbst expandiren zu lassen, worauf er bei einem geringern Druck in die Esse entweicht.

Die Expansion läßt sich bei allen Maschinen sehr vortheilhaft anwenden, weil der auf den Kolben wirksame Druck nie so bedeutend ist, als im Kessel,

oder es wenigstens nicht sein kann, ohne gewisse Hindernisse zu treffen. Man wird einsehen, daß, wenn man bei dem Betriebe einen wirksamen Druck von 4 Atmosphären erhalten will, es unmöglich sein würde, die Züge abgehen zu lassen, weil keine disponible Kraft vorhanden sein würde, um ihre Trägheit zu überwinden.

Was nun die Brennmaterialienersparung betrifft, so liegt sie klar vor Augen, und man kann sich davon durch die folgende Tabelle Rechenschaft geben:

Bruch von dem Kolbenlaufe, während welchem der Dampf mit vollem Drucke wirkt.	Leistung bei der Anwendung der Expansion in einem Cylinder, die Leistung bei vollem Drucke = 1 angenommen.	Leistung des expandirten Dampfes, die Leistung desselben ohne Expansion = 1
0,20	0,52	2,60
0,25	0,595	2,38
0,30	0,66	2,20
0,35	0,717	2,05
0,40	0,77	1,93
0,45	0,81	1,81
0,50	0,85	1,70
0,60	0,91	1,52
1,00	1,00	1,00

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß, wenn man in einer gegebenen Maschine die Expansion, z. B., bei $\frac{3}{10}$ des Laufes bewirkt, man die Kraft der Maschine etwa um ein Drittel vermindert. Da man aber den Dampfverbrauch um $\frac{7}{10}$ vermindert, so folgt daraus, daß der von einer gewissen Gewichtsmenge Dampf hervorgebrachte Effect mehr, als das Doppelte ist. Der Nutzen der Expansion geht also aus einer näheren Betrachtung dieser Tabelle offenbar hervor.

Der Hauptvortheil der Expansion besteht in einer größern Leistung des Dampfes. Ihre Wirkung besteht daher in einer Vermehrung der Verdampfungskraft der Maschinen, und dies ist stets der zu erstrebende Zweck.

Die Anwendung der Expansion wird daher das Resultat einer großen Vermehrung in dem geschwinden Gange einer Maschine herbeiführen, jedoch unter Beibehaltung derselben Bedingungen bei'm Betriebe.

Zu gleicher Zeit wird sie eine bedeutende Brennmaterial-Ersparung veranlassen.

Die Anwendung des Expansionsprincips bei Locomotiven ist schon seit mehreren Jahren in Vorschlag gebracht, jedoch erreichte man damit anfänglich im Allgemeinen nur einen geringen Erfolg. Jedoch liegt es in der Natur der Sache, daß dieses System bei Locomotiven nur dann eine nützliche Anwendung findet, wenn der Grad der Expansion nach Bedürfniß verändert werden kann, und zwar während des Ganges der Locomotive selbst. Es gibt kaum eine Maschine, welche einer größern Abwechselung in der Kraftäußerung unterworfen ist, als die Locomotive, da mit jeder Veränderung im Bahngefälle sowohl, als in der Belastung und in der Richtung des Windes, der Widerstand und die zur Ueberwindung desselben erforderliche Kraft wechselt.

Bei den Locomotiven gewöhnlicher Einrichtung muß die Kraft nach den ungünstigsten Umständen bemessen werden, welche bei'm Betriebe vorkommen, ohne daß concurrirende vortheilhafte Verhältnisse benutzt werden können; bei den Expansionsmaschinen bestimmen zwar auch die ungünstigsten Betriebsverhältnisse die volle Kraft, welche eine Maschine besitzen muß, um wirksam zu sein; sie gewähren aber den Vortheil, daß auch die besseren Verhältnisse benutzt werden können und die Verwendung der Kraft

immer mit dem Widerstande im richtigen Verhältnisse steht.

Wäre der Wechsel der Ladung, welche eine Maschine zu befördern hat, der einzige, der auf Kraftwechsel hinzielte, so würde es genügen, die Expansion für jeden Zug besonders zu reguliren; da aber, und namentlich bei Bahnen mit stärkeren Ansteigungen, die Neigungsverhältnisse einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Zugkraft ausüben, und diese daher häufig wechseln muß, so ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, auch während des Ganges der Maschine den Grad der Expansion verändern zu können. Somit würde bei der größten Ladung und der stärksten Ansteigung die Expansion ganz unterdrückt, dagegen bei geringeren Lasten und schwächen Steigungen verhältnißmäßig in Anwendung gebracht werden müssen.

Die Einführung dieses Systems würde daher vorzugsweise bei solchen Eisenbahnen von Nutzen sein, bei welchen gelegentlich starke Ansteigungen nicht zu vermeiden sind. Es müssen zwar dabei, wie vorerwähnt, die Maschinen eine solche Kraft zu äußern vermögen, um den Widerstand der stärksten Ansteigung zu überwinden; dagegen würde aus den übrigen günstigen Steigungen derselben Bahn alle der Vortheil gezogen, welchen sie bei ausschließlichem Vorkommen durch Maschinen der gewöhnlichen Einrichtung zu gewähren im Stande sind. Man würde daher für jeden einzelnen Fall zu beurtheilen im Stande sein, in welchem Verhältnisse die Zinsen der Mehranschaffungskosten stärkerer Maschinen zu denen der Mehrbaukosten für Beseitigung einzelner stärkerer Ansteigungen bei Eisenbahnanlagen stehen, und daraus den Bauplan der Bahn, in Bezug auf Ansteigungen, zu motiviren vermögen.

Es gibt hauptsächlich zwei Systeme mit veränderlicher Expansion; bei dem einen beschränkt man

sich darauf, wie es Stephenson und mehrere andere Maschinenbauer gethan, den Läufen der Schieber eine verschiedene Länge zu ertheilen; bei den andern wendet man, wie es Edwards, Mayer, Borsig, Gonzenbach und Andere gethan, zwei übereinander liegende Schieber an.

Bei der ersten Methode hat die Verkürzung des Schieberlaufes den Zweck, die äußeren Oeffnungen weniger aufzudecken, sondern vielmehr mehr zu verschließen, den Augenblick des Ausströmens von dem Dampfe zu beeilen und die Dauer der Zusammendrückung des Dampfes zu verzögern. Die aus der Expansion erfolgenden Vortheile werden daher größtentheils durch die Verengung der Einströmungsöffnungen für den Dampf, durch ein zu frühzeitiges Ausströmen, sowie durch den Gang mit Gegendampf wieder ausgeglichen und aufgehoben. Die Anwendung von zwei Schiebern gestattet dagegen, die Dampfzuführung bei jedwedem Puncte des Kolbenlaufes zu unterbrechen, ohne die Bedingungen des Ganges von dem Vertheilungsschieber zu verändern, und man erlangt alsdann die mit der Expansion verbundenen Vortheile vollständig.

Der anzuwendende Mechanismus ist bei dem zweiten Systeme nothwendig verwickelter, als bei dem ersten, jedoch sind wir überzeugt, daß nur auf diesem Wege Fortschritte zu machen sind, und daß er es ist, welcher befolgt werden muß. Mayer ist bereits zu einer Construction gelangt, die mit großer Regelmäßigkeit wirkt, und es ist nicht zu zweifeln, daß man die erforderliche Einfachheit erreichen wird. Jedoch darf man die gute Benutzung des Dampfes und des Brennmaterials nicht dem übertriebenen Bestreben opfern, den Mechanismus möglichst vereinfachen zu wollen.

Es würde in einem Buche, wie das vorliegende, nicht zweckmäßig sein, wenn wir auch die Expansions-Locomotiven genauer beschreiben wollten; es ist dies ohne mehrere Abbildungen gänzlich unmöglich. Wir müssen daher auf den 127. Band des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke, auf das „Handbuch für Locomotivenführer" (2. Auflage mit 64 lithographirten Tafeln, 1846) verweisen.

Wir können nicht umhin, hier noch einige Bemerkungen über die in Deutschland so häufigen Locomotiven von dem Amerikaner Norris zu machen.

Die ungeheure Ausdehnung, welche das Eisenbahnwesen seit dem Jahre 1830 in den ganzen vereinigten Staaten von Nordamerika fand, und der daraus erwachsende Bedarf an Dampfwagen, die, wegen der in England sich ebenfalls täglich mehrenden Eisenbahnen, von dorther nur mit vielem Zeitverluste bezogen werden konnten und oft den davon gehegten Erwartungen nicht entsprachen, eröffnete den amerikanischen Maschinenbauern eine sichere Aussicht auf bedeutenden Gewinn. Hierdurch veranlaßt, legten mehrere, und unter ihnen W. Norris, im Jahre 1833 eine Locomotiv-Dampfmaschinen-Fabrik an. Dem letztgenannten Mechaniker erschien die Baldwin'sche, bis dahin durch den Erfolg bewährte, Methode von allen bekannten die einfachste und vollkommenste. Dieselbe zum Grunde legend, verfolgte Norris im Allgemeinen diesen Plan, doch so wie, Baldwin selbst, strebte auch er nach einer größern Vollkommenheit, die er auch völlig erreicht hat.

Der Dampfwagen von W. Norris, von welchem Fig. 90 eine Skizze gibt, ruht auf 6 Rädern, wovon zwei Paar nur 2 Fuß 6 Zoll Durchmesser und gewissermaßen ein eigenes Gestell haben, welches sich unter dem vorderen Theile des Dampfwagens,

also unter dem Schornsteinende des Dampfkessels, befindet. Die Triebräder befinden sich daher mehr unter der Mitte des Dampfkessels und erlangen dadurch eine bedeutend größere Adhäsion. Diese Räder haben 4 Fuß im Durchmesser und sind von Gußeisen, mit geschmiedeten Reifen nebst Spurkranz, eine Construction, welche auch die oben erwähnten vier kleinen Räder haben.

Das Gestell, welches eine sehr dauerhafte und sichere Verbindung des Dampfcylinders mit dem Kessel und überhaupt aller einzelnen Theile der Dampfmaschine, untereinander und mit dem Gestelle selbst, gestattet, ist von geschmiedetem Eisen und vollkommen geeignet, die Dauer mehrerer Dampfmaschinen auszuhalten, da es, selbst bei gänzlicher Abnutzung der letzteren, immer noch in sehr brauchbarem Stande bleibt.

Der Kessel liegt horizontal und hat 3 Fuß im Durchmesser bei 8 Fuß Länge; darin sind 78 kupferne Sieteröhren, 8 Fuß lang, 2 Zoll im äußeren Durchmesser, vorhanden. Der Feuerungsraum hat 33 Zoll Weite und 40 Zoll Höhe im Lichten. Die Cylinder haben $10\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, der Kolbenhub ist 18 Zoll und das Gewicht auf den Triebrädern 10,500 Pfund, das auf den 4 kleineren Rädern 5500 Pfd. Daher wiegt die ganze Maschine, ohne Wasser und Feuermaterial, 16,000 Pfd., mit beiden aber 18,500 Pfund. Der Schornstein hat eine Höhe von 14 Fuß über den Schienen und ist mit einem bewährten Funkenfänger versehen, welcher jedes Funkenwerfen verhindert, ohne darum den nöthigen Luftzug zu stören.

Der Munitionswagen faßt $\frac{3}{4}$ Klafter Holz und 600 Gallon Wasser, welches den Bedarf für 22 englische Meilen liefert. Der Schlauch ist mit Durchschlägen versehen. Die Räder des Wasserwagens haben 33 Zoll im Durchmesser und sind von gegossenem Eisen,

mit geschmiedeten Reifen. Es ist eine Hebelvorrichtung angebracht, um das Gewicht des Wasserwagens willkürlich auf die Triebräder werfen zu können, wenn es in einzelnen Fällen zu Erlangung einer größeren Adhäsion erwünscht sein sollte.

Die wesentlichsten Vortheile dieses Dampfwagens sind:

1) Große Einheit der Maschine und der Umstand, daß sich die operirenden Theile, soweit es zulässig, vor den Augen und im Bereiche des leitenden Ingenieurs befinden und, unter allen Umständen, deren Reparatur erleichtern. Hiermit ist ferner die leichte Regierung, Steuerung oder Handhabung derselben während der Bewegung verbunden.

2) Die größere Fläche des Feuerheerdes.

3) Schnelle Dampferzeugung und Oekonomie in der Verwendung desselben.

4) Ersparniß an Feuerungsmaterial und die Zulässigkeit, als solches bei dieser Maschine Holz verwenden zu können, was für Länder, welche keine Coaks oder gute brauchbare Steinkohlen besitzen, von großer Wichtigkeit ist; außerdem aber können auch noch Anthracit-Kohlen, selbst Braun-Kohlen und Coaks angewendet werden, je nachdem der Feuerheerd höher oder niedriger gestellt wird.

5) Die auf den Triebrädern ruhende, große Last, wodurch die Adhäsion der Räder an den Schienen vermehrt und auf diese Weise die nöthige Kraft angewendet werden kann, um größere Steigungen, als die gewöhnlichen, sicher und ohne Nachtheil zu überwinden.

6) Vier Excentrics, mit welchen die Maschine versehen ist, und durch welche es möglich wird, den Uebergang aus einer einmal angenommenen Richtung in die entgegengesetzte auf eine sehr schnelle und leichte Weise zu bewerkstelligen.

7) Die Verlängerung der Kolbenstange bis zu den Triebrädern und die Befestigung der ersteren außerhalb am Rade, wodurch die kostspielige Construction und leichte Wandelbarkeit der früheren Kurbelachsen für die Triebräder ganz vermieden wird.

8) Die sichere Befestigung aller Maschinentheile an das eiserne Gestell.

9) Die durch die Anwendung kleiner Vorderräder möglich werdende leichtere Passage durch Bogen von sehr kleinen Radien, welche sogar bis zu 100 Fuß abnehmen können.

10) Die Vorzüglichkeit des Materials, indem es erwiesen ist, daß das amerikanische Eisen mehr Dehnbarkeit besitzt, als irgend ein anderes Eisen in Europa. Angestellte Versuche haben bewiesen, daß amerikanische Dampfmaschinen bei mehr als 400° F. noch mit gleichem Vortheile arbeiten. Ebenso haben genaue Versuche gezeigt, daß, bis zu einer Temperatur von 400°, die Dehnbarkeit dieses Eisens, vorausgesetzt, daß es von guter Qualität sei, im directen Verhältnisse des Wärmegrades, welchem es ausgesetzt ist, zunimmt, ein Resultat, das der sonst allgemein gehegten Ansicht gerade entgegensteht. In dieser größern Dehnbarkeit des Eisens ist die Möglichkeit begründet, ohne Gefahr mit einem höhern Dampfdrucke im Kessel arbeiten zu können; derselbe Umstand sichert aber auch diesen Locomotiven den Vorzug in Betreff der Solidität, welche außerdem durch eine treffliche Construction, Bearbeitung und Verbindung aller Theile, namentlich derjenigen des Dampfkessels, gesichert ist, und endlich liegt hierin der Grund, daß die Reparaturunkosten, bei Anwendung dieser Maschine, bedeutend geringer sind, als dies bei den Dampfwagen aus England gewöhnlich der Fall ist. Diese Behauptung stützt sich auf practische Erfahrungen in Amerika.

Die atmosphärische Luft als Triebkraft oder die sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen.

Die Erfindung, die Atmosphäre als Triebkraft anzuwenden, wird dem Papin zugeschrieben; jedoch haben dessen sinnreiche Versuche über das Auspumpen und Zusammenpressen der Luft nie zu practischen Regulatoren geführt. Seit Papin's Zeiten schlief der Gegenstand ein Jahrhundert, dann wurde er von verschiedenen Personen, hauptsächlich aber in England, wieder aufgenommen. Unter diesen müssen hauptsächlich die HH. Pinkus und Clegg genannt werden, von denen der Letztere in Verbindung mit dem verstorbenen Jacob Samuda, das atmosphärische Eisenbahnsystem wirklich ausführte.

Die ersten Versuche über das atmosphärische System waren weder erfolgreich, noch aufmunternd, und veranlaßten große Zweifel über die Vortheile oder Ausführbarkeit des Systems. Im Jahre 1840 aber machten die Herren Clegg und Samuda Versuche auf einem kleinen Theile von der Themse-Verbindungs- oder Westlichen London-Eisenbahn. Diese Probebahn war etwa anderthalb englische Meilen lang und befand sich auf einer Steigung von ungefähr 1 Fuß auf 115—120 Fuß. Sie erlangten auf dieser Steigung, mit einer Belastung von etwa 6 Tonnen, eine Geschwindigkeit von etwa 30 engl. ($6\frac{1}{2}$ deutsch.) Meilen, und bei einer Belastung von 11 Tonnen eine Geschwindigkeit von etwa 22 englischen (4 deutschen) Meilen.

Die guten Resultate dieser Versuche veranlaßten die Directoren der Dublin-Kingstown-Eisenbahn, das atmosphärische System auf einer kurzen Strecke, bei Dublin, nach Dalkey, anzuwenden, wo die Steigungen und Curven der Art waren, daß der Loco-

motivenbetrieb bedeutende Schwierigkeiten hatte. Es wurde dieser nach den atmosphärischen Principien eingerichtete Theil der Bahn im August 1843 dem öffentlichen Verkehre übergeben, und der Betrieb findet auch noch fortwährend auf diese Weise statt.

Auch auf der London-Croydon-Bahn ist eine dritte Spur nach diesem System angelegt, und da es mit einer Locomotivbahn parallel läuft, so hat dies eine vortreffliche Veranlassung gegeben, Vergleiche zwischen den beiden Systemen anstellen zu können. Auch in Frankreich und Deutschland will man atmosphärische Eisenbahnen anlegen. Ehe wir nun zu der Beschreibung der jetzt vorhandenen Einrichtungen übergehen, wollen wir zuvörderst erst eine kurze Vergleichung der Spannkraft des Dampfes und der Luft geben.

Der Wasserdampf und die atmosphärische Luft sind beides elastische Flüssigkeiten. Sie haben, als solche, die Eigenschaft gemein, sich auszudehnen und gegen Flächen, die sich ihrer Ausdehnung widersetzen, eine Spannkraft auszuüben, welche im Allgemeinen in geradem Verhältnisse mit der Dichtigkeit der beiden Flüssigkeiten wächst, jedoch bei beiden durch den Grad der Temperatur verändert wird. Da die Dichtigkeit immerfort vergrößert werden kann, so läßt sich auch die Spannkraft beider Flüssigkeiten bis zu einem beliebigen Grade verstärken.

Die Spannkraft oder ausdehnende Kraft des Wasserdampfs ist es, welche die Dampfmaschinen in Bewegung setzt, durch welche man auf den Eisenbahnen Lasten fortschafft, oder sonst zu andern Zwecken; und zwar im Allgemeinen auf die Weise, daß man den Dampf auf bewegliche Kolben in Röhren, die an ihrem Ende verschlossen sind, wirken, dadurch die Kolben forttreiben und sie so die

verlangte Wirkung hervorbringen läßt: also muß auch Luft, da sie die Spannkraft oder ausdehnende Kraft mit dem Dampfe gemein hat, ganz ebenso sich benutzen lassen können. Die Wirkung muß dieselbe sein; der Unterschied ist nur, daß die Spannkraft des Dampfes durch die Erhöhung der Temperatur, und dagegen die aus der vergrößerten Dichtigkeit entstehende Spannkraft der Luft durch eine beliebige andere, äußere mechanische Gewalt hervorgebracht werden muß.

Der Wasserdampf hat in Rücksicht seiner Benutzung für Maschinen vor der Luft das voraus, daß er und seine Spannkraft durch das Feuer auch da erzeugt werden kann, wo eine mechanische Gewalt zur Verdichtung oder Zusammenpressung der Luft nicht wohl zu haben ist; also insbesondere auch auf Schiffen; obgleich es noch die Frage wäre, ob und wiefern nicht die Kraft des Windes auf dem Meere und diese, zusammen mit der der Strömung des Wassers auf Flüssen, auch da noch zum Zusammenpressen der Luft und also zur Hervorbringung von Triebkraft zu benutzen sein dürfte.

In allen andern Fällen dagegen, wo andere äußere Kräfte zur Hervorbringung der Spannung der Luft vorhanden und zu haben sind, hat die Luft für die Benutzung ihrer Spannkraft vor dem Wasserdampfe mehrere und entschiedene Vorzüge, vorausgesetzt, daß sich sonst die technischen Schwierigkeiten dabei überwinden lassen. Diese Vorzüge, insbesondere bei der Fortbewegung von Lasten auf Eisenbahnen, welcher Fall der Gegenstand dieses Aufsatzes ist, sind etwa folgende:

Erstlich ist nicht unbedingt Feuer und also Brennstoff nöthig, um die Spannkraft oder die bewegende Kraft der Luft zu erzeugen, sondern jede andere mechanische Kraft, z. B., die Kraft von Wassergefällen, die Kraft des Windes, die Kraft von

Zugthieren u. s. w., läßt sich dazu ganz ebensowohl benutzen, und dies ist sehr wichtig; denn eines Theils ist die Heizung etwas Verzehrendes; sie vernichtet einen kostbaren Stoff, der anders, z. B., zur Erwärmung der Wohnungen, zur Bereitung der Speisen u. s. w., nützliche Dienste leisten kann; andern Theils ist der Brennstoff kostbar, die Kraft des Windes dagegen kostet an sich nichts, die Kraft unbenutzter Wassergefälle ebenfalls meistens nur wenig, und die Kraft der Zugthiere kann häufig wohlfeiler sein, als die des Brennstoffes.

Zweitens sind Maschinen, die durch das Feuer in Bewegung gesetzt werden, weniger dauerhaft, und folglich kostbarer, als andere. Das Feuer zerstört sie unvermeidlich schnell. Besonders ist dies der Fall, wenn die Feuermaschinen nicht feststehen, sondern selbst mit fortbewegt werden; wie in dem Falle der Fortbewegung von Lasten auf Eisenbahnen.

Drittens ist die Feuersgefahr ein nicht unbedeutendes Uebel, und sie ist doppelt groß, wenn die Feuermaschinen, wie auf den Eisenbahnen, mit fortrücken. Alsdann ist sie nicht bloß für die Nachbarschaft stehender Maschinen, sondern längs der ganzen Eisenbahn vorhanden; für die Personen und Güter aber, welche durch die Maschinen fortbewegt werden, ist sie in hohem Grade drohend. Benutzt man dagegen die Spannung der Luft als bewegende Kraft, so ist die Feuersgefahr für die Personen und Güter gar nicht und, selbst wenn man stehende Feuermaschinen zur Hervorbringung der Triebkraft dienen lassen muß, oder will, doch nur noch für die Nachbarschaft dieser vorhanden; wo dann Sicherheitsmaßregeln leicht sind. Inwiefern die andere, aus einer starken Spannung der Luft allerdings entstehende und an die Stelle der Feuersgefahr tretende Gefahr des Zerspringens der Luftbehälter der Feuers-

gefahr zu vergleichen sei, wird weiter unten zu erörtern sein.

Viertens vermindert die Erniedrigung der Temperatur die Kraft der einmal gespannten Luft nur wenig, und fast nur unmerklich, die Spannung des Wasserdampfes dagegen sehr stark. Jedenfalls sind deshalb die Feuermaschinen, um die Wirkung der Erniedrigung der Temperatur zu hindern, künstlicher nöthig, und ihre Behandlung ist schwieriger, als es Luftvorrichtungen und deren Benutzung sein würden.

Fünftens ist die Luft zum Träger oder Vermittler der bewegenden Kraft durchaus unerschöpflich und überall und vollkommen kostenfrei zu haben: das Wasser zu dem Wasserdampf ist es freilich ebenfalls, wiewohl doch nur beinahe: dagegen der Brennstoff ist weder unerschöpflich, noch kostenfrei. Soll das Brennholz, welches allein wieder zuwächst, nicht unerschöpflich sein, so erfordert es große Flächen Landes, die Nützlicheres tragen könnten.

Die Spannkraft der Luft hat also vor der des Wasserdampfes, besonders für Eisenbahnen, schon im Allgemeinen entschiedene und große Vorzüge.

Daß die Spannkraft der Luft an sich als bewegende Kraft zur Fortschaffung von Lasten auf Eisenbahnen tauglich sei ist, den obigen Bemerkungen zufolge, unzweifelhaft und gleichsam mathematisch gewiß. Es kommt immer nur auf eine Kraft von hinreichender Stärke an, die geeignet ist, einen Kolben in einer Röhre fortzutreiben. Eine solche Kraft besitzt die Luft, wenn sie zusammengedrückt ist, eben wie der Dampf; und ob es Luft oder Dampf sei, was den Kolben forttreibt, ist offenbar für die Wirkung gleichgültig, während es practisch selbst leichter ist, einen dauerhaften und tauglichen Luftkolben zu machen, als einen Dampfkolben. Die Frage an sich, ob die Spannkraft der Luft die Stelle der-

jenigen des Dampfes auf Eisenbahnen vertreten könne, findet daher gar nicht Statt. Sie verneinen, hieße physikalische Gesetze bezweifeln und leugnen, die seit Jahrhunderten bekannt und bestätigt sind.

Es kommt also nur darauf an, wie die Spannkraft der Luft hier zu benutzen technisch möglich sei, und dann: wie am Besten und Vortheilhaftesten.

Bei'm ersten Anblicke scheint die Benutzung der Luft große technische Schwierigkeiten zu haben; aber es ist glücklicherweise nicht mehr an der Zeit, wo hier der Schein dem Fortschritte sich entgegenstemmen könnte. Die Erfahrung und die Wirklichkeit haben bewiesen, daß die Benutzung der Luft auf Eisenbahnen auf eine der verschiedenen Arten, die thunlich sein dürften, technisch wirklich möglich ist. Die Eisenbahn bei Dublin, von Kingstown nach Dalkey, ist in vollem Betriebe, und die Spannkraft der atmosphärischen Luft ist es dort, die einen Kolben, vor welchem man die Luft in einer längs der Eisenbahn laufenden Röhre auspumpt, und mit ihm schwere Wagenzüge, mit großer Geschwindigkeit, sogar stets bergauf und einen ziemlich steilen Anhang hinan, forttreibt.

Nun ist aber die besondere Art der Benutzung der Spannkraft der Luft bei Dublin, wie sich zeigen wird, fast von allen sogar gerade die unvortheilhafteste und die schwierigste. Auch sind die Vorrichtungen zu dieser Benutzung ungemein complicirt und künstlich. Es beweiset daher dieser erste Versuch nicht bloß die technische Möglichkeit der Benutzung der Luft auf Eisenbahnen, sondern mehr: nämlich daß, da die Benutzung auf diese schwierige Art wirklich schon möglich ist, sie es auch wohl noch auf andere, einfachere und gleichsam natürlichere Arten sein werden. Man hat die Du-

bliner-Eisenbahn durch die Erfahrung schon so vortheilhaft gefunden, daß man in England damit umgeht, mehrere neue Eisenbahnen nach diesem System zu bauen: also ist es mehr als wahrscheinlich, daß auf andere Arten und durch einfachere und zweckmäßigere Vorrichtungen noch viel größere Vortheile zu erzielen sein dürften. Einige Ingenieurs haben sogar die Meinung aufgestellt, daß die atmosphärischen Eisenbahnen nach Art der Dubliner, überall und unter allen Umständen, auch in Rücksicht der Kosten, vortheilhafter sein würden, als Dampfwagenbahnen. Allein es wird sich zeigen lassen, daß dem nicht also ist, und daß die Gegner der Meinung Recht haben. Es ist zwar ganz wahrscheinlich, ja beinahe gewiß, daß die Benutzung der Luft überall und unter allen Umständen vortheilhafter sein dürfte, als die Spannkraft des Dampfs; nämlich in Rücksicht der Vorzüge der Luft vor dem Dampf; aber, damit sie es auch in Absicht der Kosten sei, dürften andere Vorrichtungen, als die bei Dublin, nöthig sein.

Wir werden alles dieses in Folgendem näher zu erörtern versuchen und Erwägungen darüber anstellen, welche Arten von Vorrichtungen technisch am Leichtesten ausführbar und zugleich in Absicht der Kosten die vortheilhaftesten sein dürften.

Verschiedene Arten, die Spannkraft der Luft auf Eisenbahnen zu benutzen.

Die verschiedenen Arten, wie die Spannkraft der Luft zur Forttreibung von Lasten auf Eisenbahnen sich dürfte benutzen lassen, wenigstens diejenigen, welche theils schon wirklich ausgeführt, theils vorgeschlagen und mehr oder weniger dringend empfohlen wurden, sind etwa folgende:

I. Man kann längs der Eisenbahn, mitten zwischen die Schienen, eine Röhre legen, in welcher sich ein Kolben bewegt, vor welchem man die Luft mehr oder weniger auspumpt, so daß der Druck der atmosphärischen Luft hinter dem Kolben das Uebergewicht bekommt und den Kolben und mit ihm den vordersten Wagen des Zuges, der mit dem Kolben durch eine senkrechte Stange verbunden ist, und dann weiter die an den vordersten Wagen angehängten übrigen Wägen, also den ganzen Wagenzug, forttreibt. Damit die Stange von dem Kolben nach dem vordersten Wagen gelangen könne, muß die Röhre längsaus einen Schlitz haben, den eine längsauslaufende Klappe vor dem Kolben luftdicht verschlossen hält, und welche erst die Stange selbst, oder der Wagenzug, sowie er fortrückt, öffnet. Die luftdichte Klappe aber, und sie allein, ist die sehr große technische Schwierigkeit. Einen Wagen, der nicht mit Gütern oder Personen beladen werden könnte, wie Dampfwagen und Tender auf Dampfwagenbahnen, giebt es hier nicht; denn auch der vorderste Wagen, der durch die Stange mit dem Kolben zusammenhängt, kann noch beladen werden. Es braucht bloß der Führer, mit dem, was ihm nöthig ist, darauf Platz zu finden.

Diese Art der Vorrichtung ist die Dubliner sogenannte atmosphärische Eisenbahn.

II. Während Alles ganz wie vorhin ist, kann man die Luft, statt sie vor dem Kolben zu verdünnen, hinter dem Kolben zusammenpressen. Soviel ist bekannt, daß diese Art noch nicht näher vorgeschlagen worden ist; allein die Veränderung liegt so nahe, daß sie kaum etwas Neues zu nennen ist. Es ist dazu nichts weiter nöthig, als eine andere Einrichtung der Klappe auf dem Schlitz für die Verbindungsstange des Kolbens in der Trieb-

röhre mit dem vordersten Wagen. Statt daß diese Klappe bei Nr. I. von Außen nach Innen luftdicht schließen muß, muß sie es hier von Innen nach Außen; was sich auch, wie sich zeigen wird, ganz gut ausführen lassen dürfte.

III. Man kann, statt eine feste eiserne Röhre mit einem Schlitz zwischen die Schienen zu legen und einen Kolben darin sich fortbewegen zu lassen, eine Röhre ohne Kolben zwischen die Schienen legen, die, sowie die Luft hineingepumpt wird, hinter einem Rade am vordersten Wagen sich aufbläht, welches Rad mitten zwischen den Schienen auf der Decke der Röhre hinrollt und so den vordersten Wagen und mit ihm die übrigen Wagen forttreibt. Dieses wäre die Ausführung eines Vorschlags, welchen kürzlich ein Ungenannter in Nr. 17 des „Journal des chemins de fer" von 1844 gemacht hat, und dessen Grundidee schon vor mehreren Jahren unter andern ein preußischer Ingenieur hatte, der sie zum Heben des Wassers benutzen wollte.

IV. Man kann, wie in Nr. I und II, zwischen die Schienen eine feste eiserne Röhre legen, in dieser Röhre die Luft zusammenpressen, darauf aus der Röhre, als einem festliegenden Luftbehälter, den vordersten Wagen, der ganz wie ein Dampfwagen eingerichtet ist, mit zwei Cylindern, Kolben, Kurbeln u. s. w., aber ohne Dampfkessel und Esse, auf irgend eine Weise die nach Bedürfniß nöthige Luft schöpfen und diese nun ganz so auf die Kolben in den Cylindern des Luftwagens wirken lassen, wie den Dampf in Dampfwagen. Diese Einrichtung ist die des Herrn Pecqueur. Sie ist bis jetzt erst im Modell versucht worden, wird aber, dem Vernehmen nach, im Großen geprüft werden.

V. Man kann die Luft in Behälter zusammenpressen, diese Behälter auf den vordersten Wagen

setzen, der wiederum ganz so eingerichtet ist, wie der Luftwagen in Nr. IV., und nun wieder diese zusammengepreßte Luft aus den mitfahrenden Behältern auf die Kolben in den Cylindern ganz eben so wirken lassen, wie den Dampf in Dampfwagen. Diese Einrichtung ist diejenige, welche zuerst Herr v. Baader in München vorgeschlagen hat. Der Herr Oberbergrath Henschel in Cassel hat sie im Jahre 1833 von Neuem angeregt. Herr Geheimrath Crelle in Berlin hat davon im Jahre 1838 in der der königl. Akademie vorgelesenen Abhandlung: „Ueber die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in bergigen Gegenden" gesprochen, und im August 1844 hat Herr Andraud*) zu Paris auf einer der Eisenbahnen nach Versailles Versuche mit einem, von ihm im Großen ausgeführten, Luftwagen angestellt; vorläufig ohne angehängte Lastwagen, weil es ihm noch an dem Mittel gefehlt hat, die Luft hinreichend zusammenzupressen. Die Versuche sind vollkommen gelungen und werden, dem Vernehmen nach, mit stärker zusammengepreßter Luft und mit angehängten Lastwagen fortgesetzt werden.

Technische Vorrichtungen zu den obigen verschiedenen Arten der Benutzung der Luft.

Wir wollen nun technisch und practisch angeben, wie und auf welche Weise die verschiedenen Constructionen sich am Besten in's Werk richten lassen. Die obigen fünf verschiedenen Constructionen lassen sich ei-

*) Andraud, die comprimirte Luft, als universelle Triebkraft und unentgeldliches Ersatzmittel der Dampfkraft. Deutsch von Dr. C. H. Schmidt. 2. Auflage. Weimar, bei B. F. Voigt. 1846.

ner der Hauptsachen nach, in nur zwei verschiedene Arten theilen. Die erste Art ist die, welche eine zwischen den Schienen längsauslaufende Triebröhre von dieser oder jener Construction hat. Dieses ist bei Nr. I., II., III. und IV. der Fall. Die andere Art ist die Nr. V., welcher keiner solchen Röhre bedarf.

Von der ersten Art bedarf wieder Nr. III. für die Triebröhre keines längsauslaufenden Schlitzes mit Klappe. Auch Nr. IV. bedarf, nach der Pecqueur'schen Art, für die Treibröhre keinen Schlitz. Aber da Nr. IV. in dieser Art gar zu complicirt und die Erlangung der Luftdichtigkeit bei derselben noch schwieriger zu sein scheint, als wenn ein Schlitz vorhanden ist, so setzen wir auch für diese Art einen Schlitz voraus.

Wir haben also jetzt die drei Arten, Nr. I., II. und IV. mit längsauslaufender geschlitzter Triebröhre, wo der Schlitz nebst Klappe, wie sich zeigen wird, bei allen dreien im Wesentlichen auf eine und dieselbe Weise dürfte eingerichtet werden können; sodann Nr. III. mit längsauslaufender ungeschlitzter Triebröhre, und Nr. V. ohne Triebröhre.

Wir fangen mit Nr. I., II. und IV. an, und zwar mit Nr. IV., da dieser Fall der schwierigste ist und Nr. I. und II. bloße Vereinfachungen desselben sind.

Es kommt bei Nr. IV., wo die Luft in der ganzen Triebröhre vor dem Anfange der Bewegung zusammengepreßt werden und dann der Luftwagen aus der Röhre die zusammengepreßte Luft nach Bedürfniß ausschöpfen soll, darauf an, dem Schlitze der Röhre eine Klappe zu geben, die sich vor der Stange, welche den Triebkolben mit dem Luftwagen in Verbindung setzt, und die wir Triebstange nennen wollen, nach dem Innern der Röhre hin öffnet und

hinter dem Kolben wieder von Innen nach Außen verschließt; denn die Luft hat hier im Innern der Röhre eine stärkere Spannung als außerhalb, und muß abgehalten werden, von Innen nach Außen durch die Klappe und anders als durch die Schöpfröhre des Luftwagens zu entweichen. Die Klappe muß also von Innen nach Außen luftdicht schließen. Die Construction einer Klappe, welche allmählig längs der Röhre sich öffnen lasse, dabei aber vor und hinter dem Kolben luftdicht schließe, ist die einzige, aber auch eine große technische Schwierigkeit.

Bei der Dubliner Eisenbahn, wo die Klappe ebenfalls, wenigstens vor dem Kolben, luftdicht schließen muß, dort zwar von Außen nach Innen, statt wie bei Nr. IV. von Innen nach Außen, was indessen keinen wesentlichen Unterschied macht, wird die Luftdichtigkeit der Klappe dadurch hervorgebracht, daß sie sich von Oben nach Unten in einen Falz legt, der mit einer aus Wachs und Oel zusammengesetzten Masse gefüllt ist; und da diese Masse nur dann einen luftdichten Verschluß giebt, wenn sie bis zur Flüssigkeit erwärmt ist, so führt die Triebstange einen mit glühenden Kohlen gefüllten Behälter mit sich fort, über die verdichtende Masse hin, welche nun die Kohlen schnell erwärmen und flüssig machen müssen. Dieses Mittel ließe sich vielleicht auch hier bei Nr. IV. anwenden; denn man könnte den durch die Kohlen erhitzten Behälter vielleicht im Innern des Kolbens anbringen; aber die Art des Verschlusses ist doch unstreitig nur sehr unvollkommen; denn die Kohlen können vor der Zeit erlöschen, und wenn dies auch nicht geschieht, so erfolgt doch die Erwärmung und Flüssigmachung der Masse jedenfalls immer nur sehr unvollkommen, indem der erwärmende Behälter gar zu schnell über die zu er-

wärmende Masse hinstreicht. Nimmt man nämlich auch nur eine Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Stunde an, was $26\frac{2}{3}$ Fuß in der Secunde ausmacht, und den erwärmenden Behälter 6 Fuß lang) bei Dublin ist er nur 3 Fuß lang), so bleibt jeder Punct der zu erwärmenden Verdichtungsmasse nur $\frac{1}{2} \cdot 26\frac{2}{3}$, also noch nicht eine Viertel-Secunde mit dem erwärmenden Behälter in Berührung, und in dieser so ungemein kurzen Zeit kann die Erwärmung gewiß nur sehr unvollkommen geschehen. Auch schließt die Klappe bei Dublin, den Mallet'schen Versuchen zufolge, undicht genug. In etwa 10 Minuten hat sie wieder ganz die äußere Luft in die Röhre, die etwa bis auf $\frac{1}{5}$ der Luftmasse ausgeschöpft war, eindringen lassen. Ob die Undichtigkeit bei dieser Art des Verschlusses größer oder geringer sein würde, wenn die Klappe, wie hier bei Nr. **IV.**, einem stärkern Luftdrucke, vielleicht von 4—5 Atmosphären, zu widerstehen hat, während bei Dublin nur höchstens $\frac{5}{6}$ Atmosphären darauf drücken, läßt sich im Voraus nicht sagen; schwerlich aber würde wohl die Undichtigkeit geringer sein. Auch ist jedenfalls die stete Erneuerung der Verdichtungsmasse und der erwärmenden Kohlen unbequem, beschwerlich und selbst kostbar. Wir schlagen daher folgende andere Art der Anordnung der Klappe und ihres Verschlusses, und zwar sogleich für den schwierigsten Fall Nr. **IV.** ohne Verdichtungsmasse vor; welcher Verschluß allem Anscheine nach, dichter und haltbarer sein dürfte.

Die Figuren 93—98 stellen diese Construction vor, und zwar zwei verschiedene Arten der Anordnung der Klappe und ihres Verschlusses; Fig. 93, 94 und 95 die eine, Fig. 96, 97 und 98 die andere Art.

Es ist eine Triebröhre von 14 Zoll im Durchmesser im Lichten weit, ungefähr so weit wie bei Dublin angenommen. Der Längsdurchschnit Figur 95 stellt nur die halbe Länge des Kolbens vor, und die Linie ab geht durch die Mitte der Triebstange T. Die andere nicht gezeichnete Hälfte des Kolbens ist ganz der gezeichneten Hälfte gleich, nur natürlich in entgegengesetzter Lage. Für die ganze Länge des Kolbens ist 12 Fuß angenommen, so daß kc = 6 Fuß ist. Die Theile des Kolbens k, k an den beiden Enden desselben, welche eigentlich zum Verschluß der ganzen Röhre (bei Nr. I. und II.), hier bei Nr. IV., nur zum Verschluß der Klappe bestimmt sind, mögen jeder 6 Zoll lang sein, so daß zwischen ihnen noch 11 Fuß Länge bleiben. Diese Theile des Kolbens, oder die eigentlichen Kolben, mit ihrer Verliderung, sind nur andeutungsweise gezeichnet und man kann sie nach Belieben auf eine oder die andere der verschiedenen bekannten Arten noch besser und dichter einrichten.

Hier bei Nr. IV., wo die Luft in der ganzen Röhre vor und hinter dem Kolben gleich stark zusammengepreßt sein soll, verschließen die Theile k, k an den beiden Enden des Kolbens die Röhre nicht ganz, sondern nur die obere Hälfte derselben. Durch die untere Hälfte R strömt, die Luft sowie der Kolben sich fortbewegt, frei hindurch. Bei Nr. I. und II. müssen natürlich die Kolbentheile k, k die Röhre ganz verschließen. Bei Nr. IV. wird nämlich der Kolben nicht durch den Druck der Luft auf sein eines Ende fortgetrieben, wie bei Nr. I. und II., sondern durch den Luftwagen, der die zusammengepreßte Luft aus der Röhre schöpfen soll.

Dieses Ausschöpfen geschieht vermittelst der Röhren S, S, in der Triebstange T, Fig. 94 und 95,

welche unten bei s, s offen sind und daselbst keine Klappen haben. Sie haben ihre Verschlußklappen oben im Luftwagen. Die Triebstange ist 30 Zoll lang und 2 Zoll dick angenommen. Jede der beiden Röhren **S, S**, welche die Luft aus der untern Hälfte der Triebröhre schöpfen, ist 6 Zoll lang und $1\frac{1}{2}$ breit; die eine biegt sich nach rechts, die andere nach links. Der obere Theil des Kolbens ist durch den festen Boden **B, B** von dem untern getrennt, durch welchen Boden die Schöpfröhren **S, S** bei s s hindurchgehen. Die obere Hälfte des Kolbens ist also durch den Boden **B, B** und die Kolbentheile **K, K**, an den Enden des Kolbens den Zutritt der zusammengepreßten Luft gänzlich verschlossen.

Es läßt sich hier zunächst das Bedenken aufstellen, daß von dem Kolben, indem er sich in der die Röhre anfüllenden zusammengepreßten Luft mit großer Geschwindigkeit fortbewegt, der obere verschlossene Theil einen sehr bedeutenden Widerstand an der Luft finden werde, welcher die Bewegung hemmt. Aber dieser Widerstand ist nicht eben sehr groß. Stößt nämlich die atmosphärische Luft eine Fläche von a Quadratfuß mit v F Geschwindigkeit in der Secunde, so ist der Stoß gleich $0{,}0017583\,av^2$ Pfund. Hat die Luft die Spannung oder Dichtigkeit von n Atmosphären, und ist also specifisch n mal so schwer, so beträgt der Stoß n mal soviel, folglich

$$1 \cdot 0{,}0017583\,nav^2 \text{ Pfund.}$$

Es bewegt sich hier zwar nicht die Luft, sondern die obere Fläche des Kolbens fort; was aber einerlei ist. Nun ist hier die gestoßene Fläche a erst ein Halbkreis von 14 Zoll im Durchmesser, also von 77 Q. Zoll, und dann noch der halbe Ring am untern Theile des Kolbens von 10 Q. Zoll Fläche,

also ist $a = \frac{87}{144} = 0,604$ Q. Fuß. Nimmt man eine Geschwindigkeit von 6 Meilen in der Stunde an, so ist $v = 40$ Fuß; und nimmt man an, die Luft in der Röhre solle bis zu der Spannung von 6 Atmosphären zusammengepreßt sein, so ist $n = 6$. Dieses giebt zufolge (1.) einen Stoß von

$2 \cdot 0,0017583 \cdot 6 \cdot 0,604 \cdot 40^2 = 10,195$ Pfund.

Dieser Widerstand von etwa 10 Pfund ist nicht bedeutend, da der Luftwagen, um einen mäßigen Wagenzug von nur 1000 Ctr. schwer auf horizontaler Bahn fortzuziehen, schon wenigstens 450 Pfd. Zugkraft haben muß, von welcher die obigen 10 Pfund nur ein sehr kleiner Theil sind.

Das Obige wäre im Allgemeinen für Nr. IV. die Einrichtung des Kolbens und der Triebstange mit der Schöpfröhre. Wir kommen jetzt zu dem Schlitz der Triebröhre und ihrer Klappe.

Der Schlitz oben in der Triebröhre ist für die erste Art der Klappe, Figur 94 und 95, 3 Zoll breit angenommen. Die Zusammensetzung der Klappe zeigen Figur 93 und 94 im Querschnitt und Figur 95 im Längsdurchschnitt. Die Klappe ist aus 3 Z. langen Stücken Eisen, deren je drei übereinanderliegen, zusammengesetzt. Das untere Stück r ist 4½ Zoll breit, in der Mitte 6 Linien dick, unten nach dem Bogen der Röhre geformt, und legt sich in die Falze der Röhre f. Das mittlere Stück ist 18 Linien und das obere 9 Linien dick. Das mittlere Stück ist ganz mit starkem, dichtem Leder umgeben, nach Figur 93 und 94, so daß dieses Leder sowohl zwischen den untern und mittlern, als zwischen den mittlern und obern eisernen Stücken der Klappe liegt, desgleichen die Seiten des mittlern Stücks bedeckt; und zwar geht dieses Leder continuirlich durch

die ganze Länge der Klappe hindurch, so daß es also zugleich alle Fugen zwischen den eisernen Stücken der Klappe zweimal bedeckt. Die Schrauben b, mit versenkten Köpfen, pressen, mäßig angezogen, alle drei Eisenstücke der Klappe zusammen und das zwischen ihnen liegende Leder etwas fest. So entsteht für die Klappe, die nun, zusammen mit den beiden Lederstreifen, 3 Zoll dick ist, ein Continuum, welches aber, soweit es nöthig, vermöge der beiden Leder biegsam und dehnbar ist. Beides ist nothwendig, denn sowie die Triebstange T mit dem Kolben k, k vorrückt, z. B., von der Rechten nach der Linken in Fig. 95, drücken die drei Rollen g, g, g, welche in dem an der Triebstange T befestigten Arme A laufen, die Klappe allmälig bis unter die Triebstange, nämlich bis in die in Fig. 94 und 95 gezeichneten Lage L nieder, während zugleich die zwei Rollen h, h auf der andern Seite der Triebstange, in der nicht gezeichneten Hälfte des Kolbens rechts, die Klappe wieder an ihren Ort bringen. Sollte sich der Kolben bloß nach einer Richtung, z. B., nur von Rechts nach Links bewegen, so wären die Rollen g, g, g, nur für die linkseitige und die Rollen h, h nur für die rechtseitige Hälfte des Kolbens nöthig. Soll dagegen der Kolben, wie es in der Regel der Fall sein wird, hin und zurück sich bewegen können, so müssen sowohl die drei Rollen g, g, g, als die zwei Rollen h, h, an jeder der beiden Seiten der Triebstange vorhanden sein. Bei der Bewegung von Rechts nach Links sind dann nur die Rollen g, g, g links und die Rollen h, h rechts von der Triebstange wirksam; die Rollen h, h links und die Rollen g, g, g rechts sind müßig. Bei der Bewegung in entgegengesetzter Richtung verhält es sich umgekehrt.

Da also nun die Klappe von den Rollen g bis in die Lage L, Fig. 94 und 95 unter die Triebstange niedergedrückt wird, so muß sie soviel, als dazu nöthig ist, biegsam und zugleich um soviel dehnbar sein, als die krumme Linie v v v, Fig. 95, länger ist, als die Entfernung von dem Kolbentheile k bis zur Triebstange T. Beide Eigenschaften wird sie durch die zwischen die Eisenstücke gelegten Leder erlangen. Die Entfernung von der innern Seite von k bis zur linken Seite von T beträgt nämlich in Fig. 95 6 Fuß, weniger 15 und 6 Zoll, also 51 Zoll. Die Klappe wird, nach Figur 94 und 95 nicht ganz 6 Zoll tief herabgedrückt. Hiernach berechnet, ist die krumme Linie, welche die Klappe in Fig. 95 bildet, etwa um 4 Linien länger, als sie, in dem Schlitz der Röhre liegend, sein würde. Um soviel muß sich also die Klappe dehnen können. Es beträgt dies, auf $\frac{51}{3} = 17$ Eisenstücke vertheilt, von einem Schraubenbolzen b bis zum nächsten, etwa $\frac{1}{4}$ Linie, um welche sich das Leder auf 3 Zoll lang dehnen muß. Dies dürfte wohl geschehen, da es nur den $\frac{1}{3 \cdot 12 \cdot 4} = 144.$ Theil der Länge beträgt. Fürchtete man etwa, daß dies noch zu viel sein werde, so dürfte man den Kolben nur noch länger, als 12 Fuß machen. Doch wird man die Befürchtung ungegründet finden, wenn man erwägt, daß sich bei der Dubliner Klappe das Leder sogar scharf um die Ecke fortwährend um einen Winkel von 45 Graden biegen muß, und wirklich biegt; welches eine bei Weitem stärkere Dehnung und Wiederzusammenziehung erfordert.

Die Biegsamkeit erhält die Klappe dadurch, daß die einzelnen Eisenstücke, wie es die Zeichnung

andeutet, der Länge nach nicht ganz scharf zusammenstoßen, sondern Fugen zwischen sich lassen, die etwa ¼ Linie breit sein müssen. Durch diese Fugen wird allerdings von Oben etwas Nässe in die Klappe bis auf das obere Leder hineindringen können; aber dies ist um so weniger von Belang, da die Nässe durch den Gebrauch und die Biegung der Klappe immer bald wieder hinausgepreßt wird. Die Klappe wird also auch nicht, wie die Dubliner, noch einen besondern Schutz gegen Regen und Schnee von Oben nöthig haben, sondern es wird hinreichend sein, den obern Eisenstücken e, Fig. 93 und 94 eine kleine Abdachung zu geben, damit das Wasser abfließen könne.

Die den luftdichten Verschluß der Klappe bezweckende Anordnung zeigen ebenfalls Fig. 93 und 94. Auf die obere gerade Fläche der Ränder der gegossenen Triebröhre sind nämlich zu beiden Seiten des Schlitzes zunächst eiserne, 6 Linien dicke, 3 Zoll breite Stangen m, m gelegt, oben, unten und nach Innen von Leder umgeben. Auf diesen Stangen m, m liegen andere, 16 Linien hohe eiserne Stangen n, n, jede mit einem Ausschnitt l. Die Stangen m und n werden untereinander und mit der Triebröhre durch die Schraubenbolzen p, p fest zusammengeschraubt und dadurch zugleich die Lederstreifen zwischen ihnen eingepreßt.

In die Ausschnitte l, l der oberen Stangen n, n sind zwei lederne luftdichte Röhren gelegt, welche die Ausschnitte ganz ausfüllen. In diese Röhren wird Luft gepreßt, bis zu einer Spannung, welche die der Luft in der Triebröhre etwa um eine Atmosphäre übersteigt. Vermöge dieser Pressung werden sich die Wände der ledernen Röhre oben, unten und nach Außen fest an das sie umgebende Eisen legen: die Wände q, Fig. 94 nach Innen dagegen werden gegen das Leder der

Klappe gepreßt. Befindet sich die Klappe in dem Schlitz, wie in Fig. 93, so preßt sie die innere Wand q der ledernen Röhre l gerade: befindet sie sich dagegen außerhalb des Schlitzes, wie in Fig. 94, so preßt die Luft in l die Wand bogenförmig hinaus und in den Schlitz hinein; nach q, q, Fig. 94. Diese Form behält sie, bis die Klappe wieder der Schlitz füllt und die Wand wieder gerade preßt. Da nun die Wand q um eine Atmosphäre stärker gegen die Klappe gepreßt wird, als die Kraft, mit welcher die Luft aus der Triebröhre, wenn sie ja bis nach q durchdringen sollte, sie zurückdrücken würde, so kann die Luft aus der Röhre nicht durch die Fuge dringen, und die ledernen Röh-Röhren l, l verschließen die Klappe nothwendig luftdicht.

Eine starke Abnutzung des Leders am Verschlusse ist schwerlich zu fürchten, da nur Leder auf Leder sich reibt; und nur langsam, auch nur auf einige Zoll breit. Allem Anschein nach läßt sich also dieser Art des Verschlusses, ohne eine jedesmal flüssig zu machende Verdichtungsmasse, vollkommen Luftdichtigkeit zutrauen. Ob es gut sein werde, das sich reibende Leder durch Oel geschmeidig zu erhalten, oder es trocken bleiben zu lassen, würde die Erfahrung lehren müssen.

Die zweite Anordnung der Klappe und ihres Verschlusses machen Fig. 96, 97 und 98 vorstellig. Hier besteht die Klappe wieder, ganz wie bei der ersten Art, aus 3 Zoll langen, übereinander gelegten Eisenstücken; nur mit dem Unterschiede, daß die mittleren, ganz von Leder umgebenen Stücke nicht fest, sondern hohl sind. Sie haben oben und unten feste Böden, nach den Seiten des Schlitzes hin durchbrochene Wände, wie es Fig. 98 zeigt, und nach der Länge der Klappe hin gar keine Wände. So bildet das die mittlern Stücke umgebende Leder eine fort-

laufende lederne Röhre, in welche nun Luft gepreßt wird, mit einer Spannung, die wieder um eine Atmosphäre stärker ist, als die der Luft in der Triebröhre. Die hier gegen die mittlern Stücke der Klappe treffenden, an drei Seiten mit Leder umgebenen untern Stücke m, m auf der Triebröhre sind, ebensowie die obern Stücke n, n, anders wie bei der ersten Art, fest und ohne weitere Erklärung ist leicht zu sehen, daß eine ähnliche Wirkung erfolgen wird, wie bei der ersten Art. Befindet sich die Klappe außerhalb des Schlitzes, wie in Fig. 97, so bläht sich die lederne Röhre, welche die mittlern Stücke der Klappe umgiebt, wie bei q, q, Fig. 97, bogenförmig auf: befindet sich dagegen die Klappe in dem Schlitz, nach Fig. 96, so preßt die Luft in der Klappenröhre die Wände q, q stark gegen das Leder der Schlitzwandstücke m, m und verschließt so die Klappe luftdicht. Alles Uebrige ist dasselbe, wie bei der ersten Art. Welche von den beiden Arten der Klappe und ihres Verschlusses die bessere sei, würde wieder die Erfahrung lehren müssen. Daß beide Arten einen vollkommen luftdichten und lange haltbaren Verschluß geben werden, ist sehr wahrscheinlich. Den luftdichten Verschluß der Klappe insbesondere dadurch hervorzubringen, daß man zusammengepreßte Luft die Wand einer ledernen Röhre gegen eine andere feste Wand pressen läßt, ist eine Nachahmung des Vorschlages des Herrn Hallette zu einem andern luftdichten Verschluß der Längsklappe der Triebröhre bei atmosphärischen Eisenbahnen; nur würde bei der gegenwärtigen Art die Reibung und die Abnutzung geringer sein.

Wie weiter oben beschrieben, würde es sich mit Nr. IV. verhalten.

Für Nr. II., wo ebenfalls die Luft in der Triebröhre zusammengepreßt werden soll, aber

nicht gleich vom Anfang in der ganzen Röhre, sondern nur hinter dem Kolben, ändert sich an der Einrichtung von Nr. IV. nichts weiter, als daß hier die Kolbenköpfe k, k, Fig. 95, an den Enden des Kolbens nicht mehr blos die obere Hälfte der Triebröhre, sondern ihren ganzen Querschnitt verschließen, daß die Saugröhren S, S in der Triebstange T wegfallen, so daß diese Stange nicht mehr hohl, sondern fest ist, also hier dünner und weniger schwer sein kann, und dann, daß auch der feste Boden BB (Fig. 95) im Kolben wegfällt, und die Kolbenköpfe, statt durch ihn, blos durch zwei starke eiserne Stangen und vielleicht noch durch eine dritte, mitten unter den beiden, miteinander verbunden werden. Nach den beiden oberen Stangen biegt sich die untere, wieder gabelförmige Triebstange hin, und die Stangen tragen zugleich die Rollen h, h. Die Längsklappe und der Verschluß, nach der einen oder der andern der oben beschriebenen Arten, bleibt völlig dieselbe. Die Construction von II. ist also im Wesentlichen die von Nr. IV., aber einfacher.

Auch die Construction für Nr. I., nämlich für die eigentlich sogenannte atmosphärische Eisenbahn mit verdünnter Luft vor dem Kolben, geht unmittelbar und durch eine bloße Vereinfachung K, K nicht, wie bei Nr. IV., blos den halben Querschnitt der Triebröhre, sondern, wie bei Nr. II., den ganzen Querschnitt. Der feste Boden BB fällt weg und die Kolbenköpfe werden, statt durch ihn, durch drei starke eiserne Stangen miteinander verbunden, deren obere die Triebstange faßt und zugleich die zum Heben der Klappe nöthigen Rollen trägt. Auch die Saugröhren S, S in der Triebstange fallen weg und die Stange ist nicht mehr hohl, sondern fest, und kann dünner und leichter sein. Die Einrichtung der Längsklappe und ihres Verschlusses ist

ebenfalls, nach der einen oder der andern der oben beschriebenen Arten, im Wesentlichen der bei Nr. IV. im Princip gleich, und bekommt nur, weil hier die Klappe nicht von Innen nach Außen, sondern von Außen nach Innen von der Luft angedrückt wird, die dazu nöthigen Veränderungen, die auch ohne besondere Zeichnungen und Erörterungen leicht zu erachten sind. Die beiden Luftröhren l, l in Fig. 93 und 94, und die eine in Fig. 96 und 97 liegen nämlich hier tiefer in den Falzen f, f, und befinden sich außen, statt innen. Die Triebstange biegt sich nicht innerhalb der Triebröhre halb um die Klappe herum, sondern außerhalb der Röhre, dicht über den Lippen des Schlitzes, ringförmig ganz, so daß die Klappe wie durch ein Loch in der Triebstange durch dieselbe hindurchgeht. Die Rollen g, g, g endlich, welche hier die Klappe aufheben müssen, befinden sich im Innern der Triebröhre an der Stelle der Rollen h, h, Fig. 95, und werden von der obern, mittlern, die Kolbenköpfe verbindenden Stange getragen; die Rollen h, h dagegen, welche die Klappe wieder andrücken, befinden sich außerhalb der Triebröhre und werden entweder von einem Arm A an der Triebstange, oder sonst von dem vordern Wagen getragen.

Die Construction von Nr. III. stellen die Figuren 99, 100 und 101 vor.

Auf die Querhölzer Q, Q, welche die Schienen der Eisenbahn tragen, werden in der Mitte zwischen den Bahnschienen, 1 Fuß voneinander entfernt, 9 Zoll breite, 6 Zoll dicke Längshölzer L, L gekämmt. Auf diese Längshölzer wird ein 2¾ Fuß breiter Boden B, B aus 2 Zoll dicken, 4 Zoll breiten, gespundeten, oben ganz glatt behobelten eichenen Bohlen gelegt, die auf die Längshölzer L, L nicht angenagelt, sondern jede auf jeden Längsbalken mit zwei Holz-

schrauben mit versenkten Köpfen angeschraubt sind. Dieses, und daß man den Bohlen nur die geringe Breite von 4 Zoll gebe, ist nöthig, damit sich die Bohlen nicht werfen können und der Boden stets völlig eben und glatt bleibe.

Die Triebröhre **T**, welche durch die eingetriebene Luft vor dem Triebrade **R** aufgebläht werden soll, um dadurch das Rad und den Wagenzug fortzutreiben, ist aus starkem Leder gemacht. In Fig. 99 sieht man, im Längsdurchschnitt, wie sich die Röhre vor dem Rade allmälig aufbläht; in Fig. 100 sieht man sie ganz aufgeblasen im Querschnitt, und in Fig. 101, wie sie ganz zusammengefalzt und unaufgebläht unter dem Rade liegt. **w**, **w** sind lederne, an der Röhre innerhalb befestigte, 1 Zoll, oder auch noch etwas mehr im Durchmesser haltende Wulste, deren Zweck ist, zu verhindern, daß das Leder der Röhre, wenn das Rad sie auf dem Boden zusammenpreßt, nicht zu scharfe Biegungen machen dürfe, durch welche es bald brüchig werden würde. Die Röhre ist 2 Fuß im Lichten weit und 6 Zoll hoch angenommen, so daß sie Einen Quadratfuß lichten Querschnitt hat. Soll sie etwa größer oder kleiner sein, so ändert sich danach die Breite des Bodens **B B**. Doch wird die Röhre nicht leicht größer nöthig sein. Mit 1 Quadratfuß Querschnitt bringt schon, wie sich weiter unten zeigen wird, eine mäßige Luftspannung soviel Triebkraft hervor, als je nöthig sein kann. Immer aber wird es gut sein, die Röhre viel breiter, als hoch, und also möglichst niedrig zu machen; nämlich, damit die Biegung vor dem Rande bei **b**, Fig. 99, so gering als möglich sei.

Die untere Fläche oder der Boden der ledernen Röhre ist auf den hölzernen Boden **B B** durch Nägel mit breiten, flachen und dünnen Köpfen be-

festigt, und zwar in schräg quer über den Boden laufenden Linien, damit das Rad immer nur auf einen Nagel zugleich treffe. Auf der obern Fläche oder der Decke der Röhre sind dicht nebeneinander, nur etwa $\frac{1}{2}$ Linie voneinander entfernt, eiserne, 2 Zoll breite, $\frac{3}{4}$ Zoll dicke und 2 Fuß 8 Zoll lange eiserne Schienen s s mittelst durchgehender Niete befestigt, welche oben und unten dünne, flache Köpfe haben, die wieder möglichst nicht ganz in geraden, querüber laufenden Linien sich befinden. Auf diese Schienen rollt das Triebrad hin.

Das Triebrad **R** besteht aus drei Rädern nebeneinander, jedes 4 Zoll breit und jedes der äußern $7\frac{1}{2}$ Zoll von dem mittleren entfernt (Fig. 101). Alle drei stecken auf derselben Achse fest und befinden sich in der Mitte der Breite und der Länge des vordern Zugwagens. Sie sind in der Zeichnung, gleich den Triebrädern am Dampfwagen, 5 Fuß im Durchmesser angenommen.

Man sieht aus dieser Beschreibung, daß der in Nr. **III.** gedachte Vorschlag des Ungenannten zu einer durch Luft aufzublähenden Triebröhre auf Eisenbahnen ganz wohl practisch ausführbar sein dürfte.

Der Luftwagen für Nr. **V.** würde, was die Cylinder, die Kolben, das Gleitventil, die Kurbeln an der Triebachse, die Lenkung, die Vorrichtungen, um vor- und rückwärts zu fahren, und die Triebräder betrifft, genau dieselbe Einrichtung bekommen, welche alle diese Theile an den Dampfwagen haben. Nur fallen hier der Schornstein, der Dampfkessel und die Esse weg, und an deren Stelle treten Behälter für die zusammengepreßte Luft, deren Spannung hier die bewegende Kraft ist, statt der Spannung des Dampfes.

Die Hauptfrage ist, ob sich eine hinreichende Masse zusammengepreßter Luft, von einer nicht ge-

fahrbringenden Spannung, und ohne daß der Wagen gar zu schwer wird, mit fortführen lasse, um durch ihre Spannkraft unter den verschiedenen Umständen einen hinreichend beträchtlichen Wagenzug eine namhafte Strecke Weges fortzutreiben. Diese Frage wird weiter unten erörtert werden. Wir setzen hier einstweilen bei der Beschreibung der Anordnung des Wagens die Möglichkeit davon voraus.

Es kommt zunächst auf die den Luftbehältern zu gebende Form an. Offenbar würde die Kugelform die beste sein, weil die Kugel einen Raum mit der geringsten Fläche einschließt und also die wenigste Eisenmasse und das geringste Gewicht hat. Aber kugelförmige Luftbehälter, möge man nur einen machen, oder die Luft auf mehrere Kugeln vertheilen, würden sich nur unbequem auf den Wagen laden und darauf befestigen lassen. Besser dürfte es sein, den Behältern die Cylinderform mit halbkugelförmigen Böden zu geben.

Es fragt sich weiter, ob es besser sein werde, nur einen, großen Behälter zu machen, oder die Luft auf mehrere Behälter von der eben beschriebenen Form zu vertheilen. Für die nöthige Eisenmasse, und folglich für die Kosten und das Gewicht, ist beides ungefähr gleich. Denn die zum Widerstande gegen eine gleiche Luftspannung nöthige Dicke des Eisens nimmt in geradem Verhältniß des Durchmessers des Cylinders zu; der Umfang des Cylinders ebenfalls: also muß die Masse der Wände des Cylinders in geradem Verhältniß des Quadrats des Durchmessers zunehmen. In demselben Verhältniß nimmt der Rauminhalt des Cylinders zu, und folglich ist es in Absicht des Gewichts und der Kosten ungefähr gleich, ob man die Luft in nur einen, oder in mehrere Behälter einschließt. Aber ein einzelner, großer Cylinder hat Unbequem-

lichkeiten bei'm Aufladen und bei der Befestigung, und außerdem auch die Schwierigkeit, ihn aus so dickem Eisen zu verfertigen, als nöthig sein würde. Mehrere Cylinder sind daher schon deshalb besser, als einer; aus andern Ursachen aber (weiter unten) sind sie nothwendig. Es wird wahrscheinlich am Angemessensten sein, den Cylindern, welche man 15 bis 20 Fuß lang machen könnte, nur 1, höchstens 2 Fuß lichten Durchmesser zu geben. Solche Cylinder würden 15 bis 60 Cubikfuß Rauminhalt haben. Quer über den Wagen würden drei oder vier senkrechte Wände von Holz mit kreisförmigen Querschnitten zu errichten sein, in welche Ausschnitte die Cylinder gelegt werden; oder man könnte auch die Cylinder durch eiserne Gitterwerke unterstützen.

Aber außer diesen Cylindern muß noch ein zweiter, kleinerer Behälter vorhanden sein. Da nämlich die Spannung der zusammengepreßten Luft in dem großen Behälter anfangs vielleicht bei weitem stärker sein wird, als gerade am Anfange zum Forttreiben der Kolben in den Cylindern der Maschine nöthig ist, auch die Spannung allmälig abnimmt, sowie die Luft nach und nach verbraucht wird, mithin einerseits die Spannung abnehmend veränderlich ist, während andererseits die Stärke der Kraft, welche die Kolben in den Cylindern bedürfen, nach einer ganz andern, von der Spannung der Luft in dem großen Behälter unabhängigen Regel sich abwechselnd ändert, je nachdem der Wagenzug bergan, oder horizontal, oder bergab zu treiben ist: so darf die Luft aus dem großen Behälter durchaus nicht unmittelbar auf die Kolben in den Maschinen-Cylindern geleitet werden, sondern man muß sie erst in einen andern kleinen Behälter treten lassen, in welchem ihr diejenige Spannung gegeben wird, die

gerade jede Wegestrecke fordert; was leicht durch einen Hahn in der Röhre geschehen kann, welche die Cylinder mit dem kleineren Behälter verbindet. Diesen Hahn lenkt die Hand des Wagenführers. Der Führer öffnet ihn ein Wenig, sowie die Geschwindigkeit verstärkt werden soll, und verschließt ihn ein Wenig mehr, wenn die Bewegung zu mäßigen ist. Er verschließt ihn ganz, sobald die Fahrt so stark bergab geht, daß die Kraft der Schwere allein den Wagenzug forttreibt. Hier findet sich dann auch noch, wie sich weiter unten zeigen wird, der vortheilhafte, eigenthümliche Umstand, daß, wenn der Abhang der Bahn so sehr stark ist, daß die Schwere mehr Triebkraft hervorbringt, als zur Fortbewegung nothwendig ist, die Maschine selbst von Außen Luft in den kleinen Behälter wieder einpreßt, und also der Ueberschuß der bergabtreibenden Kraft wenigstens zum Theil, während der Fahrt für die folgenden Strecken benutzt wird: ein Vortheil, der der Bewegung durch Dampfkraft ganz abgeht. Der zweite kleine Behälter wird hinreichend groß sein, wenn er etwa 50 bis 60 Triebcylinder voll Luft faßt.

Da man Luft von der stärksten Spannung bis an's Ende der Fahrt nöthig haben kann, so müssen die Cylinder, welche die zusammengepreßte Luft enthalten, nicht alle, sondern nur theilweise unter einander, und dann diese Theile einzeln mit dem kleinen, die Spannung nach Bedürfniß regelnden Behälter in Verbindung stehen, so daß sich die Cylinder allmälig gruppenweise ausschöpfen lassen, bis zuletzt nur noch einige, und wenigstens ein Cylinder voll Luft von der stärksten Spannung übrig bleibt.

Dieses ungefähr wäre die Beschreibung der aufgezählten Constructionen zu der verschiedenartigen Benutzung der Spannung der Luft als bewegende Kraft

auf Eisenbahnen. Wir hoffen und glauben, daß die Beschreibung zunächst die technische Ausführbarkeit der verschiedenen Constructionen nachgewiesen haben werde, und müßten also nun zu der Berechnung und Vergleichung der Wirkungen der verschiedenen Anordnungsarten übergehen. Diese Berechnungen werden weniger unsicher sein, als es wohl sonst häufig in der Technik der Fall ist, da, wo man zu dem Resultate nicht anders gelangt, als mit Hülfe von mehr oder weniger Hypothesen. Hier kommen dergleichen beinahe nicht vor; vielmehr gehen die Rechnungen fast nur von unbestrittenen Sätzen der Mechanik und Physik aus, und die Nebeneinflüsse auf die Resultate, welche ohne Hypothesen nicht in Rechnung zu bringen sein würden, sind nicht so bedeutend, daß sie die Resultate wesentlich ändern könnten. Wir übergehen jedoch diese Berechnungen, weil sie zu weitläuftig sind.

Von den Eisenbahnwagen für Personen und Fracht.

Personenwagen.

Die Eisenbahnwagen erfordern eine, von dem gewöhnlichen Landfuhrwerke sehr verschiedene Construction, um mit der geforderten Schnelligkeit und Sicherheit auf den Schienen fortbewegt werden zu können.

Da die Bahn in ihrer Hauptrichtung gerade ist, und die Wagen nur durch die möglichst enge und solide Verbindung, sowohl miteinander, als aller ihrer Theile in sich, die nöthige Sicherheit gewähren können, so bedarf es keiner weitläufigen Erörterung, daß, je länger das Wagengestell, als ein in allen seinen Bestandtheilen fest zusammenhängender, für eine gerade Bahnlinie gebauter Körper er-

scheint, dasselbe auch um desto mehr Widerstand bei jeder Abweichung der Bahn von der geraden Linie finden müsse, je kleiner der Radius einer solchen Abweichung ist. Der nachtheilige Einfluß, der für die Solidität der Wagenconstruction und selbst der Bahn daraus entstehen muß, liegt am Tage; doch wird dieser Umstand nothwendig bei jeder Bahn mehr oder weniger stattfinden müssen, da es nur selten zulässig sein wird, eine durchgängig gerade Bahn, ohne alle Krümmungen, construiren zu können.

Es leidet daher bei Eisenbahnwagen von 13 bis 15 Fuß Länge, welche nur vier Räder haben, nicht allein die Form der Räder und deren nothwendige feste Verbindung mit den Achsen, sondern selbst das ganze Gebäude bedeutend, ungeachtet man in den Bogen einen größeren Spielraum gestattet, die äußere Schienenreihe höher legt als die innere, und der Felge eine conische Form zwischen dem Rad- und Spurkranze gibt, wie wir diese Auskunftsmittel schon kennen gelernt haben.

Wenn aber ferner jede Eisenbahn die Fortbewegung großer und schwerer Lasten, sowie die größtmöglichste Bequemlichkeit für Passagiere zum Zweck hat, so wird es einleuchtend, daß dieser Zweck durch eine größere Ausdehnung des Wagens gefördert werde, und daß überdem durch eine Vermehrung der Anzahl Räder eine zweckmäßigere Vertheilung der Last möglich, und der auf jedem Räderpaare ruhende Theil derselben verringert werde. Hierdurch muß nothwendig die Bahn an sich weniger angegriffen, folglich auch eine leichtere Bauart im Oberbau oder in der Form der Schienen zulässig werden, wodurch eine nicht unbedeutende Verringerung des Anlage-Capitals, also auch eine höhere Verzinsung der Bahn, herbeigeführt werden muß. Bei den jetzt noch vielfach angewendeten kurzen Wagen stehen die Räder ziemlich nahe bei einander, es ist aber gewiß, daß,

je schneller die Räder aufeinander folgen, die Bahn um so mehr leiden muß, wenn sich in derselben schadhafte Stellen befinden, bei welchen etwa das Niveau verloren gegangen ist, Fälle, die oft vorkommen, obgleich jede Bahn stets in ganz gutem Stande und im richtigen Niveau erhalten werden sollte. Bei der unterbrochenen Unterstützung der Schienen, wo ein Nachgeben derselben zwischen den Stützpuncten unter jedem Rade unausbleiblich stattfindet, wird der eben angeführte große, aus der nahen Zusammenstellung der Räder entstehende Nachtheil, um so unverkennbarer.

Diese Wahrheiten erkannten viele Ingenieurs und Maschinisten in Amerika frühzeitig an, und während in Europa die unvollkommene Construction mit vier Rädern beibehalten wurde, entschloß man sich in Amerika sehr bald zur Annahme von Untergestellen mit sechs, meistens aber mit acht Rädern, sowohl für Personen- als Frachtwagen. Auf der New-York-Harlem-Railroad findet man noch einige Wagen mit sechs Rädern, dagegen bedient man sich bei der Baltimore- und Ohio-Railroad, als der amerikanischen Mutterbahn, auf der Baltimore- und Washington-City-Railroad, und vielen anderen nur der Wagen mit acht Rädern.

Bei näherer Betrachtung der Construction der Wagen sind folgende Unterabtheilungen zu betrachten: 1) Räder und Achsen, 2) Oberbau, 3) Bremsen und endlich 4) die Verbindung der Wagen untereinander.

1) Räder. Die Räder nebst Achsen, als Hauptbestandtheile des Untergestelles der Eisenbahnwagen, haben einen sehr wesentlichen Einfluß, nicht allein auf die Sicherheit der Personen und der Frachtstücke, sondern auch auf die Dauer der Wagen und sogar der Bahn selbst.

In früheren Zeiten, und noch jetzt zuweilen, werden die Räder aus einem Stück gegossen, und mit einer gehärteten Oberfläche am Rad- und Spurkranze versehen.

Dieser Gußproceß erfordert jedoch von Seiten des Fabricanten eine sehr große Gewandtheit, Uebung und gewissenhafte Ausführung; hat diese nicht stattgefunden, so wird sich der Radkranz sehr schnell, und zwar ungleich, ausreiben, Gruben bekommen und das Rad dadurch bald ganz unbrauchbar werden.

Um diesem Uebel abzuhelfen, legte man später, mittelst Schraubenbolzen auf die, aus gegossenem Eisen bestehenden Felgenkränze geschmiedete Reifen, welche den Rad- und Spurkranz in sich vereinigen.

Diese Methode entsprach den Erwartungen mehr und ist noch jetzt ziemlich allgemein in Anwendung, indem dadurch zugleich ein besseres Verhältniß zu den allgemein angenommenen, gewalzten Schienen entsteht.

Eine spätere Verbesserung, welche die Engländer bei ihren Rädern für Eisenbahnwagen einführten, besteht darin, daß sie die Räder ganz aus geschmiedeten Eisentheilen zusammensetzten.

Diese Räder werden jetzt auf allen großen Bahnen Englands fast ausschließlich bei den Personenwagen verwendet. Sie sind dem Brechen weniger ausgesetzt und gewähren daher eine größere Sicherheit für die Passagiere.

In Amerika dagegen behielt man, durch ein bei weitem besseres Material berechtigt, den Guß für Naben, Speichen und Felgen, nebst dem geschmiedeten Reifen, bei. Zuweilen legt man dort noch eine Holzfelge, oder einen Reif von der Stärke eines halben Zolles zwischen den Guß- und den geschmiedeten Reifen. Hierdurch wird die nachtheilige, dröhnende Bewegung, welche durch den Zusammenstoß

von Schmiede- und Gußeisen entsteht, aufgehoben, und dadurch nicht allein die Dauer der ganzen Wagenconstruction und der Bahn selbst, sondern auch die Bequemlichkeit der Passagiere bedeutend begünstigt. Ist diese Construction sorgfältig ausgeführt, so ist sie eine vortheilhafte, und hat sich auch auf einigen Bahnen als solche bereits bewährt.

Die Zahl der Speichen schwankt, nach Verhältniß ihrer Stärke und dem Zwecke des Fuhrwerkes, zwischen 10 und 14 Stück.

Der Spurkranz ist gewöhnlich nach seinem äußersten Ende hin conisch geformt, so daß er dort oft in einen Punct ausläuft, also eine förmliche Schneide bildet, was jedoch allemal nachtheilig auf die Schienen wirkt, wenn in den Krümmungen Gußschienen angewendet werden.

Der Durchmesser aller Eisenbahnwagen-Räder beträgt, bei den bis jetzt gebräuchlichen vierräderigen Fuhrwerken, 3 Fuß, die Breite des Radkranzes gewöhnlich 3 Zoll, die Projection des Spurkranzes 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll und dessen Dicke 1 Zoll. Die conische Abflächung des Radkranzes nimmt man gewöhnlich zu $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll an; um soviel nämlich ist der Durchmesser des Rades am äußeren Rande kleiner, als am inneren, d. h. am Spurkranze, oder allgemein: es ist der äußere Durchmesser um $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{10}$ der Breite des Radkranzes kleiner, als der innere Durchmesser in der Nähe des Spurkranzes. Bei den Dampfwagen beträgt dies indeß häufig nur $\frac{1}{12}$ der Breite des Radkranzes.

Achsen von geschmiedetem Eisen.

Dieselben erfordern die sorgfältigste Prüfung in Betreff des Materials und der Fabrication, weil in dieser Hinsicht jeder Fehler ein Brechen und hierdurch ein großes Unglück bewirken kann.

Der Durchmesser der Mittelachse bei vierräderigen Wagen beträgt gewöhnlich 3 Zoll, doch gibt man ihm jetzt auf vielen Bahnen bei Personenwagen, nach der Mitte zu, eine Verstärkung von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll; zuweilen wird die Mittelachse entgegengesetzt, nach den Enden zu, verstärkt. Der Durchmesser der Warze ist $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{5}{10}$ Zoll. Zwei Zoll ist in allen Fällen hinreichend.

Eine Hauptsache bei Vereinigung der Räder und Achsen ist die sichere, concentrische und genau vertikale, möglichst solide Befestigung der ersteren an die Achsen.

Ebenso erfordert ein gutes Rad eine angemessene, freie und dennoch nicht schlotternde Bewegung in den aus einer Composition geformten Büchsen im Innern der Nabe, und endlich die Möglichkeit, die nöthige Oelung derselben leicht und zweckmäßig bewerkstelligen zu können. Daß die Achsen, sowie die Räder, ganz fehlerfrei, und erstere durchaus gerade sein müssen, versteht sich von selbst.

Der Oberbau der Wagen im Allgemeinen wird sehr verschieden construirt, und erfüllt auf den verschiedenen Bahnen seinen Zweck mehr oder weniger vollkommen.

In England zeichnen sich besonders zwei Gattungen von Personenwagen, die erste und zweite Classe, durch ihre Construction, Solidität, Eleganz und Bequemlichkeit aus. Die den obengenannten nicht nachstehenden Wagen der Dublin- und Kingston-Bahn unterscheiden sich, sowie viele andere Bahnwagen in England, von der ersteren hauptsächlich in ihrer Verbindungsweise, und sind daher ebenfalls beispielweise hier mit aufgeführt.

Die Form der ersteren und zwar der ersten Classe ist aus Fig. 102 und 103 zu ersehen, und zwar in

der Längenansicht. Die Wagen der zweiten Classe unterscheiden sich nur wenig von denen der ersten Classe, und zwar allein in der Construction des Kastens und der inneren Eleganz. Fig. 104 gibt die Längenansicht eines solchen Wagens. Die Wagen der dritten Classe sind den Frachtwagen ähnlich, nur mit dem Unterschiede, daß sie auf der Platform Bänke haben, die rundherum mit Lehnen umgeben und also vollkommen geschlossen sind.

Da das Detail dieser so vielfach bekannten Constructionsweisen, als Anleitung zum Bau derselben, hier wenig interessiren würde, soll nur eine Uebersicht der nothwendigen Eigenschaften beigefügt werden, welche als Grundlage für die Lieferung solcher Wagen in England gelten dürfte.

Die erste Classe von Personenwagen sind denen der Grand-Junction oder London-Birmingham-Bahn in Maß, Form, Gestalt und Eleganz vollkommen gleich, d. h. es sind dreitheilige Kutschen, jeder Theil für 6 Personen, und die Sitze jedes Kutschentheiles gleichmäßig vertheilt, mit sechs Rückenstücken und Ellbogenlehnen. Der Kasten sowohl, als das Untergestell, sind aus dem besten und vollkommen trockenen Holze und überhaupt im besten Style gearbeitet. Die Decke wird mit gutem, starken Leder bekleidet, die Seitentheile werden von Mahagonyholz gemacht, und erhalten Fensterrahmen von demselben Holze an den Seiten jeder Kutsche, welche mit dem besten Fensterglase versehen werden.

Inwendig werden die Wagen mit feinem Tuch ausgeschlagen, die im Auftrage zu bestimmende Farbe muß von der besten Qualität sein, und am Wagen Lampen erster Gattung angebracht, für die Decke aber Theertuch oder Oelleinwand angewendet werden.

Der Unterwagen ist bei allen Wagen in jeder Beziehung gleich und erhält Bremsen.

Die Personenwagen der zweiten Classe müssen gleichfalls denen der oben genannten Bahn gleich sein.

Außer den in den obigen Figuren dargestellten Druckfedern sind neuerlich an den Wagen mehrerer Bahnen auch die sogenannten Bogenfedern angewendet. Sie sind kostbarer und leicht zerbrechlicher als die gewöhnlichen Federn, schwächen aber weit mehr die Stöße und schonen die Wagen mehr. Es würde uns hier zu weit führen, wollten wir beide Arten von Federn und ihren Unterschied genauer beschreiben.

Bei allen bisher erwähnten Wagen hat man das Obergestell über den Achsen angebracht und auf denselben ruhen lassen, wobei der Durchmesser der Räder auf 3 Fuß festgestellt blieb.

In Amerika werden meist nur achträderige, sowohl Personen- als Frachtwagen, benutzt, obgleich auf einigen Bahnen auch vierräderige von verschiedenen Constructionen, Anwendung finden, worunter sich besonders die der Boston- und Providence-Bahn durch ihre Construction auszeichnen. Die letzteren sind denen auf der London-Greenwich-Bahn in England ähnlich. Die Hauptabsicht bei ihrer Annahme war, den Schwerpunct niedriger zu bringen, indem er hier nur einige Zolle über den Schienen sich befindet, und dadurch gleichzeitig die größtmöglichste Sicherheit gegen das Ablaufen von den Schienen gewährt.

Unter den achträderigen Wagen zeichnen sich die in Baltimore, Philadelphia und New-York (Hobocken) erbauten Kutschen durch ihre Eigenthümlichkeiten in der Construction aus. Der ganze Wagenkasten, welcher 34 Fuß lang ist, zuweilen aber bis 40 Fuß und darüber ausgedehnt wird, ruht auf zwei querliegenden Tragbäumen von geschmiedetem Eisen, an deren Enden die Mittel-Federn angeschraubt sind,

welche, mit ihren äußersten Enden am Kasten befestigt, diesen unterstützen.

Jeder der Träger ist mit einem unter ihm befindlichen, ähnlichen, nur etwas kürzeren Träger, um einen Bolzen drehbar, verbunden. Jedes Ende von den querliegenden Tragbäumen wird durch eine Frictionsrolle unterstützt, welche 8½ Zoll im Durchmesser und 2⅝ Zoll Breite hat, und auf einer Achse am zugehörigen Ende des andern Trägers angebracht ist. Als Bahn für diese Frictionsrollen finden sich, unweit der Enden der ersten Tragebäume, Lenkschienen in Form eines Kreissegmentes untergeschraubt, welche, im Bogen 14 Zoll lang und 3 Zoll breit, aus Eisen geschmiedet, verstählt und gehärtet sind, und unter denen Frictionsräder hinrollen, wenn durch eine Krümmung der Bahn die vier Hinter- oder Vorderräder aus der geraden Richtung geleitet worden.

Die vier Vorder- und die vier Hinterräder bilden, jede zwei Paar, ein für sich bestehendes, solid verbundenes Ganze, indem allemal zwei und zwei hintereinander laufende Räder, mittelst zweier Springfedern, an einen hölzernen Balken, der 4 Zoll hoch und 5 Zoll dick ist, und dessen äußere und innere Seite durch ¼ Zoll dicke, 4 Zoll hohe Eisenblech-Platten verstärkt werden, befestigt sind.

Die Mitte des Balkens ist hinter der Frictionsrolle, unter dem Ende des Trägers festgeschraubt. Die gußeisernen Büchsen für die Reibungsachsen der Räder bilden zugleich Oelbehälter, sind unter der Mitte der Springfedern festgeschraubt, und werden durch ein Loch in der Feder alimentirt.

Die Achsen sowohl, als die gußeisernen Räder, sind auf den Reibungsflächen gehärtet.

Die innere Einrichtung eines solchen Wagens, welcher für 40 bis 60 Personen berechnet ist, ist folgende:

Es sitzen zwei und zwei und zwei Personen auf doppelten, mit ledernen Polstern versehenen, hölzernen Armstühlen, deren Hinterfüße beweglich und nicht gedrängt in gußeisernen, auf den Boden festgeschraubten, Hülsen stehen.

Diese Doppelstühle, etwa 33 Zoll lang, bei 15 Zoll Sitzbreite oder Tiefe, lassen 15 bis 16 Zoll Zwischenraum für die Knie oder 2 Fuß 7 Zoll von einer Seitenlehne zur andern. Diese Stühle sind in zwei Reihen, den Wagenraum entlang, vertheilt, wodurch ein Raum von circa 16 Zoll Breite in der Mitte als Gang in der ganzen Länge offen bleibt. Hieraus erwächst für die Reisenden die Aehnlichkeit und Annehmlichkeit eines Zimmers.

An einem oder an beiden Enden des Kutschkastens ist ein Behältniß zur Aufbewahrung der Bagage.

Dieser Wagen hat an jedem Ende noch einen besonderen Raum mit zwei Sitzen, jeder für 4 bis 5 Personen, für Familien. Der zwischen den beiden ebengenannten Partien übrig bleibende Raum enthält dann noch die Sitze für ungefähr 60 bis 70 Personen. Diese Sitze sind fest, zu beiden Seiten an den Wänden angebracht und mit beweglichen Lehnen versehen, so daß die Personen stets mit dem Gesicht in der Richtung sitzen können, nach welcher sich der Zug bewegt. Zwischen diesen beiden Reihen von Sitzen ist ein Gang von ungefähr 16 bis 18 Zoll Breite. Jeder der drei eben beschriebenen Räume hat an jeder Seite eine Thür.

Auf einem solchen Wagen haben nicht selten bei außerordentlichen Gelegenheiten 100 bis 160 Personen Platz gefunden, wobei jedoch die Decke gleichzeitig durch Außenpassagiers mit in Anspruch genommen war.

Frachtwagen.

Man gibt auf europäischen Eisenbahnen den Frachtwagen, ebenso wie den Personenwagen, nur 4 Räder, doch sind die Wagen selbst, ihrer Form nach, welche durch ihren Zweck bedingt wird, vielfach verschieden. Eine der einfachsten Constructionen ist in Fig. 105 dargestellt, und zwar in der Längenansicht. Der Oberbau dieses Wagens liegt, wie der der Personenwagen, gleichfalls auf Federn, die selbst bei Frachtwagen nicht außer Acht gelassen werden sollten, indem ohne Anwendung derselben die Festigkeit des Wagens, noch mehr aber die der Bahn, bedeutend leidet.

In Fig. 106 ist eine andere Art von Frachtwagen dargestellt; er gehört zu der Classe der sogenannten Gestellwagen. Auch in Amerika bedient man sich zuweilen vierräderiger Frachtwagen, meistens jedoch sind dieselben, wie die Personenwagen, achträderige, worunter sich die Frachtwagen der Baltimore- und Ohio-Bahn durch zweckmäßige Einrichtung auszeichnen, und daher auch auf den deutschen Bahnen häufig angewendet worden sind.

Das Obergestell der genannten Wagen bildet einen überall geschlossenen Kasten, der große Aehnlichkeit mit einem Häuschen hat, und dazu dient, in demselben die Waaren vollständig vor jeder Einwirkung von Außen, sei es durch Witterung oder sonst, zu verschließen. Die Länge eines Frachtwagens ist gewöhnlich 30 Fuß, seine Breite 8 Fuß und seine Höhe ungefähr 6 Fuß. Der obere Kasten ruht auf einem Untergestell, welches in allen Stükken dem der Personenwagen, wie oben beschrieben, ähnlich ist, und wie dies sich auch aus den Zeichnungen ergibt.

Die Form des Obergestelles für Frachtwagen macht jede kostspielige und schwerfällige Verpackung ganz entbehrlich, und gewährt dem beladenen Wagen mehr Sicherheit und Schutz gegen Witterung, Diebstahl und Feuer, als jede andere. Die Sicherung gegen Feuersgefahr wird um so nöthiger, wenn der Dampfwagen nicht, wie der von W. Norris, mit einem guten Funkenfänger versehen ist.

Speditions-Kaufleute können dann, wie es in Amerika sehr häufig der Fall ist, eine Zweigbahn, von der Hauptbahn aus bis in ihr Waarenlager, anlegen, dort den Wagen unter eigener Leitung und Beaufsichtigung befrachten lassen, worauf die Eisenbahngesellschaft denselben mit Pferden von dort nach der Hauptbahn bringen und ihn auf einer Eisenbahnwage wiegen läßt, nachdem der Schlüssel dazu, versiegelt oder offen, in Empfang genommen worden. Die Ablieferung am Bestimmungsorte geschieht auf ähnliche Weise. So können die Waaren Hunderte von Meilen transportirt werden, ohne irgend eine Umpackung zu erfordern.

Bremsen sind von verschiedener Construction, gewöhnlich von Holz.

Die bei den englischen Personenwagen erster Classe auf der Bahn zwischen London und Liverpool, angewendeten Bremsen sind sehr complicirt und kostspielig, obgleich ihnen Zweckmäßigkeit nicht abzusprechen ist.

In England hat jeder dritte Wagen des Zuges eine Bremsvorrichtung, in Amerika aber ist diese Vertheilung nach der Construction der Wagen verschiedenartig, bei vierräderigen Wagen ist zuweilen nur am letzten Fahrzeuge eine dergleichen angewendet.

Die Verbindung verschiedener Wagen zu einem Zuge geschieht gewöhnlich durch Kettenglieder oder Schrauben, die mit ihren Enden entweder

an dem Wagengestell unmittelbar oder an Federn befestigt sind, welche durch ihre Mittelwirkung, indem sie den Verbindungsstücken ein Nachgeben gegen den Stoß gestatten, die nachtheiligen Einwirkungen bei'm Abfahren und Anhalten aufheben. Um die unangenehme Berührung der Wagen unter sich, bei den genannten Fällen, zu verringern, werden die Polster an jedem Ende der einzelnen Wagen, entweder zu beiden Seiten, also vier an jedem Wagen, oder nur eines an jedem Ende, und zwar in der Mitte des Fuhrwerkes, angebracht.

Auf der London-Liverpool-Bahn werden sämmtliche Wagen eines Zuges, mittelst einer, in der Mitte angebrachten Schraube, wie sogleich beschrieben werden soll, so weit zusammengeschraubt, bis die Polster sich berühren, welches in den Krümmungen nachtheilig wirkt, weil die daraus erwachsende Steifigkeit, vereint mit der Centrifugalkraft, das Ablaufen der Wagen befördert, oder, im Falle dagegen Vorkehrungen getroffen worden wären, die Seitenreibung vermehrt, und daher die Locomotiven mehr anstrengt. Für gerade Linien der Bahn ist diese Einrichtung allerdings sehr zweckmäßig, weil sie die Stöße der Wagen, die nicht allein für die Dampfwagen, sondern auch für die Maschinerie des ganzen Wagenzuges nachtheilig, und namentlich für die Personen höchst unangenehm wirken, gänzlich beseitigt.

Von den Unfällen auf Eisenbahnen.

Im Allgemeinen sind die Unfälle auf Eisenbahnen seltener, als auf gewöhnlichen Straßen. Der Betrieb auf denselben ist in den Händen von Maschinisten, welche für Gelehrigkeit und Pünctlichkeit im Dienste geschickter sind, als dies bei'm Personale auf gewöhnlichen Straßen der Fall ist und zu sein

braucht. Auch gewähren die Eisenbahnen, im Vergleiche zu andern Straßen, unbestreitbar große Sicherheit. In den Augen von mit dem Wesen der Eisenbahnen ganz unvertrauten Personen will sich zwar die gänzliche Abwesenheit jeglicher Gefahr schwer mit der Schnelligkeit des Transports in Einklang bringen lassen; eine leere Furcht nimmt sie dagegen ein, obwohl es ihnen unmöglich ist, einen bestimmten Beweggrund ihres Vorurtheils anzugeben. Doch hat die Erfahrung schon gelehrt, daß überall, wo Eisenbahnen angelegt worden sind, jegliches Vorurtheil der Art vollständig geschwunden ist, und das Publicum hat sich weit rascher an Eisenbahnen gewöhnt, als an Dampfschiffe. Finden dennoch hin und wieder traurige Unfälle statt, so sind sie stets Folge von Nachlässigkeiten und können bei gehöriger Vorsicht vermieden werden.

Die Unfälle, welche auf Eisenbahnen stattfinden können, sind folgender Art:

1) Sie können ein Nachlassen der Geschwindigkeit des Zuges verursachen;
2) sie nöthigen den Maschinisten, den Fortgang des Zuges momentan einzustellen;
3) es können Unfälle vorkommen, welche, ohne daß ein Brechen von Maschinentheilen erfolgt ist, den Maschinisten nöthigen, den Fortgang des Zuges gänzlich einzustellen, bis eine andere Maschine herbeikommt, um den Zug vor sich her fortzuschieben;
4) dasselbe kann der Fall sein, weil Theile der Maschine zerbrochen sind;
5) es können durch ein höchst seltsames Zusammentreffen von Umständen Unfälle vorkommen, deren Folge ist, daß der ganze Zug unterwegs stehen bleiben muß und auch nicht zurückgehen kann.

Von den Unfällen, welche ein augenblickliches Nachlassen der Geschwindigkeit des Zuges verursachen können.

Diese Unfälle sind:

1) Eine Erhitzung der Lager. Man bemerkt sie an dem besondern Geruche des Schmieröls, an der bronzirten Farbe, welche die Lager annehmen, und an dem schwirrenden Geräusche, welches sie machen. Man muß sie in diesem Falle unverzüglich mit Oel versehen, oder, wenn sie sich sehr erhitzt haben, mit kaltem Wasser aus dem Tender begießen.

2) Erhitzung der Kolbenstangen, Schieberventile und Excentriken; die Reibung an diesen Theilen gibt sich gewöhnlich durch ein schwirrendes Geräusch zu erkennen, und man hilft diesem Uebelstande während des Gehens der Maschine dadurch ab, daß man diese Theile mit Oel tränkt, sofern nicht etwa die Stangen zu sehr verbogen sind; wenn sie zu sehr erhitzt sind, kann sogar das Werg der Stopfbüchsen anbrennen und die Stange selbst ihre Härte verlieren und sich verbiegen.

3) Erhitzung der Lenkerlager. Man bemerkt sie an dem schwirrenden Geräusche, an den Kupferspänen, mit welchen sich an der Stelle, wo das Lenkergelenk angebracht ist, die Kurbelachse bedeckt; in diesem Falle muß man die reibenden Theile mit Wasser und Oel abkühlen und geschmeidig machen. Diese Fürsorge ist sehr wichtig, weil das Schleifen (Fressen) so starke Reibungen bewirken kann, daß die Lenkstange sich biegt oder zerbricht und dadurch leicht in den zugehörenden Cylindern Brüche verursacht werden können, von denen noch Erwähnung geschehen wird.

4) Schleifen der Kolben in den Cylindern; hört man dasselbe, so muß man den Regulator sogleich

schließen und durch die vordern Hähne Oel in den Cylinder führen.

5) Oeffnen der Wagenthüren. Geschieht dies, ohne daß sie bei'm Passiren von Bauwerken zu zerbrechen Gefahr laufen können, so ist es nicht gerade nothwendig, weiter auf sie zu achten; im Gegenfall aber muß man mit der Geschwindigkeit sogleich nachlassen, um sie zu schließen. Einige Führer haben die Gewohnheit, über die Verdecke der Wagen bis zu dem Wagen hin zu klettern, dessen Thür offen steht, um sie zu schließen; in solchem Falle müssen sie vorsichtig sein, wenn etwa unter einem Bauwerk hindurchgefahren wird. Dies Geschäft müßte durchaus nur von dem Wagenführer (Schaffner) besorgt werden.

6) Die Fugen der Siederöhren können so sehr leck werden, daß sie die Erzeugung der für die große Geschwindigkeit des Zuges erforderlichen Dampfmenge verhindern; in solchem Falle muß man ihrer dadurch schonen, daß man durch Verringerung der Oeffnung des Regulators die Geschwindigkeit des Zuges beschränkt.

7) Der Verlust an Wasser durch den Regulator wird so bedeutend, daß es schwer hält, zu gleicher Zeit das Convoi fortzubewegen und Wasser zu pumpen. Bemerkt man dies bei der Abfahrt, so signalisirt man es dem Bahnwärter, damit eine Maschine zum Schieben des Convoi's nachgesendet werde; ist man aber schon zu weit unterwegs, so beschränkt man die Oeffnung des Regulators und behält nur diejenige Geschwindigkeit bei, welche es möglich macht, mit trockenem Dampfe zu arbeiten. Ein besseres Mittel, dem Leckwerden der Siederöhren Einhalt zu thun, besteht in Erzeugung einer intensiven Hitze im Feuerkasten, die durch Einfeuern von Holz sicher zu erzielen ist, weil die Ursache jenes Leckwerdens eine

ungleichförmige Ausdehnung der Feuerkastenwände, Stahlringe und Siederöhren ist. Der Maschinist muß daher dahin trachten, den Zug im Schornsteine soviel, als möglich, zu vergrößern. Ist die angehängte Last so groß, daß eine große Geschwindigkeit und der davon abhängende Luftzug im Schornsteine nicht erreicht werden kann, so ist es von großem Vortheile, die Maschine vom Convoi zu trennen und mit leerer Maschine jene gewünschte Intensität des Feuers durch Hin- und Herfahren zu erzeugen.

Wenn die Bremse leicht oder völlig abgenutzt ist, muß man das Convoi schon anhalten, noch ehe man auf der Station anlangt; dies geschieht durch Wechselung des Ganges der Schieberventile, wodurch der Dampf entgegengesetzt auf die Richtung der Fahrt zu wirken gezwungen wird.

9) Bei starker Geschwindigkeit ereignet es sich zuweilen, daß die Handhaben der Dampfleitungshebel aus der Einklinke der Excentrikenstangen gerathen, welche Schwankungen erleiden; bei Maschinen mit zwei Handhaben bemerkt man dies, wenn eine dieser Handhaben aufhört, sich zu bewegen; man merkt es auch an dem Geräusche der Dampfentströmungen, deren Zahl sich plötzlich auf die Hälfte vermindert; man muß alsdann die Handhabe so bewegen, daß sie wieder in die Einklinke der Excentrikenstange eingreift, welche dann in ihre gehörige Lage zurückfällt.

Von den Unfällen, welche den Maschinisten nöthigen, den Fortgang des Zuges sogleich einzustellen.

Das Zerbrechen der Ketten, welche die Maschine mit dem Convoi oder die Wagen miteinander verbinden, ist der einzige, hier namhaft zu machende Unfall.

Bemerkt der Maschinist, daß eine Kette seines Wagenzuges reißt, und der vom Convoi losgerissene Theil von dem fortgeführten übrigen Theile die im Augenblicke des Brechens der Kette besessene Geschwindigkeit anfänglich behält und dem Zuge folgt, bis er allmählig an Geschwindigkeit seines Ganges nachläßt: so muß der Maschinist mit beinahe gleicher oder selbst größerer Geschwindigkeit fortgehen und sich ungefähr bis auf eine Entfernung von 25—30 Ruthen von dem abgerissenen Theile halten. Sobald die Theile endlich zum Stillstehen gekommen sind, beginnt der Maschinist, sich ihnen mehr zu nähern; doch darf er sie nie ganz an sich herankommen lassen, weil dadurch leicht ein solcher Stoß entstehen kann, daß einer oder zwei Wagen aus dem Geleise gerathen. Jedenfalls ist ein Anstoßen für die Reisenden unangenehm, wogegen ein geschicktes Verfahren zur Bewirkung der Wiederverbindung beider getrennten Theile sie interessirt und wohl gar unterhält.

Man nähert also die getrennten Theile einander langsam und so weit, daß man sie wieder mit einander verbinden kann.

Wenn der eben erwähnte Fall einem Maschinisten zum ersten Male begegnet, so halte er sich lieber in einer noch größeren Entfernung vom losgerissenen Theile, als die Entfernung von 50 Ruthen beträgt.

Ist der losgerissene Theil hinter dem Convoi der bedeutendere desselben, so darf der Maschinist den Regulator nicht ganz schließen; denn das Nachlassen der Geschwindigkeit der Maschine dürfte sonst weit rascher erfolgen, als räthlich ist, da der hintere losgerissene Theil seine volle Geschwindigkeit länger behalten wird.

Ist dagegen der losgerissene Theil der geringere, so kann der Maschinist den Regulator ganz schließen,

weil die Geschwindigkeit der Maschine dann gewiß immer größer sein wird, als die der abgelös'ten Wagen.

Von der Bremse darf der Maschinist in allen diesen Fällen durchaus keinen Gebrauch machen.

Bemerkt der Maschinist, daß er einen Theil seines Convoi's verloren, daß er ihn nicht mehr im Gesichte hat, und weiß er, daß er ihn nicht in zu weiter Entfernung verloren hat, und ein nächstes, dem seinigen nachfolgendes Convoi erst nach einer oder zwei Stunden vom Stapelplatze abgeht, daß er übrigens nur einiger Minuten bedarf, um die zurückgebliebenen Wagen wiederzufinden, so kann er mit entgegengesetzt wirkendem Dampfe zurückfahren.

Weiß er nicht, an welcher Stelle die Wagen stehen geblieben sind, so fährt er weiter und gibt, wenn er einem ihm auf einem zweiten Bahngeleise entgegenkommenden Convoi begegnet, das Signal, anzuhalten, worauf der Maschinist desselben von dem begegneten Unfall unterrichtet wird; dieser Maschinist fährt sodann weiter, hält bei den stehengebliebenen Wagen an, um diejenigen Reisenden aufzunehmen, welche geneigt sein sollten, umzukehren, und stattet, sobald er am Endpuncte seines Laufes angekommen ist, den Umständen gemäß, seinen Bericht ab.

Hiernächst wird eine Maschine abgefertigt, um die zurückgebliebenen Wagen weiter zu schieben; sie holt dieselben ein und nähert sich ihnen so, daß keine Stöße veranlaßt werden; der Maschinist befestigt seine Maschine an den Wagen und schiebt diese vorwärts, jedoch mit stärkerer Geschwindigkeit nur in geraden Bahnstrecken. In den Krümmungen der Bahn mäßigt er die Geschwindigkeit und macht sich durch die Dampfpfeife bemerklich. Diese Vorsicht ist ganz besonders für solche Fälle zu empfehlen, wo, wegen mißverstandenen Eifers für das Fortkommen der Rei-

senden, der Bahn-Ingenieur eine Maschine entgegegengesendet haben sollte, um die zurückgebliebenen Wagen abzuholen.

Grundsätzlich sollte man durchaus keine der gewöhnlichen Richtung entgegengesetzte Bewegung ohne ausdrücklichen, schriftlichen Befehl, oder ohne gesetzliche Vorschrift anordnen.

Ein Maschinist, der ein Convoi vorwärts schiebt, muß, wenn er mittelst der Bremse, nach erfolgtem Verschlusse der Oeffnung des Regulators, die Geschwindigkeit nachlassen will, stets so lange warten, bis alle Befestigungsketten angespannt sind, bevor er die Bremse andrückt, weil er im Unterlassungsfalle Gefahr laufen würde, die Wagenketten, die sich einander genähert haben, zu zerbrechen, indem diese durch das zu rasche Nachlassen der Geschwindigkeit der Maschine zu geschwind ausgedehnt werden würden.

Zuweilen bewirkt bei der Ankunft des Convoi's an Ausweichen das Bremsen eine Annäherung der Maschine an den ersten Wagen und ein Loshaken der Kette. Der Maschinist bemerkt dies erst, wenn er wieder eine gewisse Geschwindigkeit in der Meinung annimmt, daß seine Maschine mit dem Convoi vereinigt sei. In solchem Augenblicke muß er sehr vorsichtig verfahren, und seine Geschwindigkeit so reguliren, daß er sich dem Convoi zeitig genug wieder nähere, um noch vor dem Einlenken in die Ausweiche anhalten zu können; dieses Annähern muß jedoch sehr sanft und stets ohne Anwendung der Bremse geschehen; geschieht die Annäherung an das Convoi zu rasch, so kann der dadurch entstehende Stoß einen Bruch des Verbindungsholzens des Tenders bewirken und den Tender entweder aus dem Geleise bringen, oder ihn zerbrechen; in diesen beiden Fällen aber kann eine Erschütterung entstehen, welche

dem Convoi ebenso schädlich, als den Reisenden unangenehm ist.

Von den Unfällen, welche, ohne einen Bruch der Maschinentheile zu bewirken, den Maschinisten nöthigen, den Zug so lange anzuhalten, bis eine Hülfsmaschine zum Fortschieben desselben nachgekommen ist.

Die häufigsten Unfälle dieser Art erfolgen durch das Aufhören des Spielens der Pumpen; dasselbe wird meistens durch Unbrauchbarwerden der Ventile, durch Brechen der Wasserleitröhren des Tenders oder durch Verstopfen dieser Röhren durch fremde, feste Körpertheile verursacht. Wenn das Wasserspeisen nicht mehr stattfinden kann, muß man Feuer auswerfen und mit dem übrigen Dampfdrucke vorwärts fahren, dabei aber die nöthigen Signale geben, daß eine Hülfsmaschine dem Convoi nachgesendet werde.

Ist man von der Station nicht mehr weit entfernt, so ist es vortheilhafter, die Maschine vom Convoi loszuketten, sie nach der Station zu führen und sogleich eine andere Maschine zur Uebernahme des Zuges zurückzusenden. Nur in diesem Falle kann man dem Hauptgesetze der Bahnpolizei zuwider handeln und eine Maschine in einer, der angenommenen entgegengesetzten Richtung absenden.

Ein Stillstehen des Zuges kann auch durch den Verlust des Verbindungsbolzens der Excentrikenlager, oder bei den Maschinen von Tayleur durch den Verlust des Bolzens an den Hülsen der Leitstangen des Excentricums entstehen. In solchem Falle muß man die Excentrikenstange desjenigen Schieberventils ausrücken, welches das Excentricum, dessen Hülfe in Unthätigkeit gesetzt ist, bewegt, und dies Ventil durch

die Hand, mittelst der Handhabe, bewegen. Das Arbeiten mit der Hand ist sehr leicht zu begreifen, weil es nur darauf ankommt, der Handhabe des freigewordenen Schieberventils stets eine Bewegung zu geben, welche der der andern Handhabe gerade entgegengesetzt ist; doch bleibt es eine mühevolle Arbeit, und die Geschwindigkeit des Convoi's ist überdies in solchem Falle immer sehr gering.

Bei den Maschinen, wo die Führung der Schieberventile mit der Hand nicht möglich ist, hat der Verlust eines Bolzens der Excentrikenstangen die Folge, daß die Maschine stehen bleiben muß, und man kann bei diesen Maschinen dem Uebelstande nicht durch das Führen mit der Hand abhelfen. Man muß alsdann das Gelenk der Stange des Schieberventils losmachen, dies Ventil so stellen, daß die beiden Zuleitöffnungen von Dampf vom Schieber bedeckt werden, und hierauf die Maschine mit einem einzigen Cylinder arbeiten lassen.

Würde man die Vorsicht nicht anwenden, auf solche Weise die Zuleitöffnungen des Dampfes zu dem einen betreffenden Cylinder zu schließen, so würde von den vier zu einer Umdrehung der Räder erforderlichen Dampfströmen der eine dem Fortgange der Maschine entgegengesetzt, der zweite unnütz, der dritte im Gleichgewicht und nur der vierte mit Nutzen wirken, und dies würde nicht hinreichen, die Maschine selbst nur in schwacher Bewegung zu erhalten.

Auch das Rücken der Räder aus ihrer Lehre ist eine der Ursachen des Stillstehens eines Zuges; man bemerkt solchen Fehler an den hellen Funken, welche die Reibung der Räder an denjenigen Theilen erzeugt, gegen welche sie sich klemmen, wenn sie ihre richtige Stellung verloren haben.

In allen drei vorher genannten Fällen muß man die erforderlichen Signale geben, damit eine Hülfsmaschine zum Schieben nachgesendet werde.

Von den Unfällen, welche in Folge eines Zerbrechens von Maschinentheilen den Fortgang eines Zuges gänzlich verhindern.

Die Stopfbüchsendeckel der Schieberventilstangen sind öfters angeschraubt und auf keine andere Weise befestigt. Durch den Einfluß der Hin- und Herbewegungen der Ventilstange fängt die Liederung an, dem Drucke nachzugeben, so daß der Deckel der Stopfbüchse lose und herausgetrieben wird. Er wird dann durch das Gelenk der Schieberstange gestoßen, dieses zerbricht ihn und verbiegt die Hebelarme des Dampfvertheilungsmechanismus; in solchem Falle muß man die, zum Arbeiten mit einem einzigen Cylinder allein erforderliche Anstalt treffen.

Derselbe Unfall kann sich auch mit den Stopfbüchsen der Kolben ereignen; um daher ein Zerbrechen zu vermeiden, muß man, sofern keine Sperrfeder vorhanden ist, welche ein etwaiges Drehen des Stopfbüchsendeckels verhindert, darauf achten, bei'm jedesmaligen Anhalten die Schraubenmuttern wieder anzuziehen.

Die Schrauben, welche den Deckel des Kolbens festhalten, ziehen sich leicht aus ihren Gewinden heraus. Sie schlagen dann gegen den Boden des Cylinders an und bringen dadurch öfters ein Brechen des Kolbendeckels oder Cylinderbodens zuwege. Bemerkt man diesen Zufall, so muß man das Convoi sogleich anhalten.

Die Lenkerkeile ziehen sich leicht heraus, wenn ihre Druckschrauben, durch welche sie angepreßt wer-

den, und die Vorstecker nicht gehörig angedrückt sind. Der Lenker lös't sich sodann leicht von der Kurbel und veranlaßt ernstliche Unfälle; der freigewordene Kolben schlägt nämlich abwechselnd mit gewaltiger Heftigkeit gegen den Boden und den Deckel des Cylinders, weil das Schieberventil fortfährt, wie bei'm regelmäßigen Gange der Maschine abwechselnd auf beiden Seiten Dampf in den Cylinder einzulassen. Auf diese Weise sind schon bei mehreren im Gange befindlich gewesenen Maschinen die Cylinder, deren Böden und Deckel nebst dem Kolben zerbrochen; bei den Lenkern, welche von Sharp und Roberts in Manchester construirt werden, kann dies nicht vorkommen.

Um die Folgen dieses Unfalles zu vermeiden, muß man, sobald man bemerkt, daß der Lenker niedergefallen ist, die Durchgangsöffnung des Dampfes zum Cylinder mittelst der mit den Schieberventilen in Verbinduug stehenden Handhaben schließen; bei Maschinen ohne Handhaben muß man sogleich anhalten, die Stange des Schieberventils losmachen und sie in die Stellung bringen, daß die Dampfleitöffnungen verschlossen werden.

Nachdem man die Lenker wieder befestigt oder ganz abgenommen hat, fährt man fort, die Maschine durch einen einzigen Cylinder in Bewegung zu setzen. Die Wichtigkeit und das öftere Vorkommen dieses Unfalles verpflichten den Maschinisten, auf die Lenkerkeile eine ganz vorzügliche Aufmerksamkeit zu verwenden.

Eine Verbiegung und ein Bruch der Federn gehört zu den höchst selten vorkommenden Unfällen. Hat der Maschinist ein Verbiegen der Federn zu befürchten, und weiß er, daß ein Blatt der Federn zerbro-

chen ist, so läßt er an allen denjenigen Stellen, wo die Bahn in schlechtem Zustande ist und leicht Stöße erzeugt, mit der Geschwindigkeit nach. Das Bersten einer Sieteröhre im Kessel ist ebenfalls eine Ursache augenblicklichen Anhaltens, da hierdurch das Feuer der Maschine ausgelöscht wird.

Sehr selten kommt auch das Zerbrechen einer Wagenachse vor. Man hat davon nur sehr wenige Beispiele. Es ist wahrscheinlich, daß, wenn es vorkommt, die Seitenschutzplatte (Achsgabel) und der äußere Theil des Achsenstücks, welcher gebrochen ist, sich in das Erdreich einwühlen und das Convoi zum Stillstehen zwingen werden. Es läßt sich nicht annehmen, daß ein Wagen durch die andere ganz gebliebene Achse allein unterstützt und durch die beiden Befestigungspuncte des vorhergehenden und nachfolgenden Wagens noch hoch erhalten werden sollte; wäre es aber doch der Fall, so muß der Maschinist, wenn er einen Wagen schief hängen sieht, vor dem Passiren eines Bauwerkes, oder ehe er noch einem Convoi begegnen kann, dessen Wagen die Ecken des überhängenden Wagens, dessen Achse gebrochen ist, berühren, den Gang der Maschine anhalten; der Oberkasten desjenigen Wagens, dessen Achse gebrochen ist, muß am äußersten Ende der Wagenreihe auf den letzten Wagen geladen werden, und die Achse und die Räder müssen entweder mit aufgeladen oder zur Seite der Bahn geschafft werden.

Das Brechen der geraden Vorderachse bei einer Maschine mit sechs Rädern ist einer der gefährlichsten Unfälle, indem sich die Maschine in die Erde wühlt und das Convoi einen gewaltsamen Stoß erleidet. Sobald es der Maschinist, der dabei kaltblütig und ruhig bleiben muß, an dem Niedersenken des Vordertheils der Maschine, an dem Geräusch und an den durch die Reibung der Räder gegen die

Maschinentheile sich erzeugenden Funken bemerkt, muß er sogleich die Oeffnung des Regulators schließen und die Bremse in Thätigkeit setzen; hat die Maschine eine bedeutende Geschwindigkeit, so muß er, um das Convoi sobald als möglich anzuhalten, Gegendampf eintreten lassen, das Feuer auswerfen und das Hülfssignal geben, um von dem geschehenen Unfalle Nachricht zu ertheilen.

Glücklicherweise kann man behaupten, daß, wenn die geraden Achsen nach richtigem Verhältnisse gefertigt sind, kein Beispiel ihres Zerbrechens bis jetzt vorgekommen ist. Das Brechen der Kurbelachse der Maschinen verursacht ein plötzliches Anhalten der Maschinen, ohne eine Erschütterung zu bewirken, weil diese Achsen gewöhnlich nur in den Kurbeln brechen und dann immer noch durch die Lager der großen Querstücke und Rahmenstücke unterstützt werden. Auch in solchem Falle muß man augenblicklich den Regulator schließen, die Bremse in Thätigkeit setzen, das Feuer auswerfen und in dem Falle, wo die Maschine aus dem Geleise gerathen sollte, sich in Acht nehmen, zwischen Maschine und Tender zu gerathen.

Der Bruch des Nagels, welcher den Tender mit der Maschine verbindet, kann ebenfalls den Stillstand eines Convoi's zur Folge haben: man muß bei solchem Falle die Oeffnung des Regulators schließen, die Dampfleitung wechseln (mit Gegendampf wirken), die Bremse andrücken, das Feuer auswerfen und eine Hülfsmaschine erwarten. Werden durch den Bruch der Verbindungsstangen nicht andere wesentliche Theile beschädigt, z. B. die Speiseröhren ꝛc., so wird ein umsichtsvoller Maschinist Rath zu schaffen wissen, um den Zug, mit Hilfe von Tauen, Bindesträngen, Ketten ꝛc., mit der Maschine zu verbinden und sein Ziel zu erreichen.

Die eben beschriebenen Unfälle sind sämmtlich so selten, daß es Eisenbahnen giebt, auf denen sie noch niemals vorgekommen sind.

Ueberhaupt sind die Abmessungen derjenigen Maschinentheile, welche hauptsächlich der Einwirkung von starken Stößen ausgesetzt sind, rücksichtlich ihrer Stärke von der Art, daß die vorzüglicheren bewegenden Theile noch nicht mit dem zehnten Theile der Kraft arbeiten, welche sie auszuhalten nnd fortzupflanzen haben, und dadurch allein wird die Seltenheit der Unfälle auf Eisenbahnen erklärlich.

Von den Unfällen, welche durch ein Zusammentreffen von seltenen und unvorhergesehenen Umständen entstehen können.

Die im Folgenden beschriebenen Unfälle sind ebenso, wie der größte Theil der vorhin aufgezählten, meistens der Nachlässigkeit, Sorglosigkeit und Ungewißheit zuzuschreiben.

Das Hinausgerathen der Maschine aus den Ausweichungen hängt meist vom Ausweichesteller und das bei den Kreuzen (Herzstücken) meist von dem Mangel an Vorsicht ab, mit welcher die Maschinisten über sie hinwegeilen.

Das Hinausgerathen aus den Gleisen in Folge schlechten Zustandes der Eisenbahn selbst, ist meistens der Nachlässigkeit der Bahnwärter oder der schlechten Bahnaufsicht zuzuschreiben.

Wenn der Maschinist einen Zug vor sich her schiebt und am Stationsort anhalten will, so muß er sich vorsehen, ehe die Befestigungsketten der Wagen angespannt sind, die Bremse anzudrücken; denn die Ketten könnten durch die plötzliche Anspannung brechen, und die sich selbst überlassenen Wagen würden, wenn sie nicht sogleich durch die auf der Sta-

tion vorhandenen Arbeiter angehalten werden können, einen für die Reisenden sehr unangenehmen Stoß erhalten.

Auf der Eisenbahn zwischen Magdeburg und Leipzig ist gesetzlich vorgeschrieben, daß die Maschine ein Convoi nicht vor sich herschieben darf; eine Ausnahme ist nur dann gestattet, wenn die Nothwendigkeit des Nachsendens einer Reservemaschine eintritt; doch darf letztere sich in keinem Falle dem vorangegangenen Wagenzuge während der Fahrt des letzteren, sondern immer erst dann anschließen, wenn dieser angehalten hat, damit starke Erschütterungen oder Unfälle vermieden werden; auch darf der Tender, ohne dringendes Bedürfniß, der Maschine nicht vorangehen.

Ein Verfehlen der Geleisespur bei'm Uebergange über eine Drehscheibe gehört zu denjenigen Unfällen, welche nur der Nachlässigkeit oder Unwissenheit des Maschinisten zugeschrieben werden können.

Ein Maschinist, welcher einem vorangegangenen Wagenzuge nachfolgt und seine Geschwindigkeit nicht so weit zu mäßigen weiß, daß ein Anstoßen an jenen Zug vermieden wird, ist ebenso, wie diejenigen, deren Maschinen oder Convoi's sich an den Ausweichen bei'm Einfahren in die Stationen begegnen und zusammenstoßen, unter allen Umständen höchst strafbar.

Auf der obengenannten Eisenbahn dürfen gesetzlich mehrere Wagenzüge nach einer und derselben Richtung nur in Zwischenräumen von 10 Minuten und bei ganz hellem Wetter abgefertigt werden, so daß von dem hinteren Zuge aus der vordere aus weiter Entfernung, welche mindestens 200 Ruthen betragen muß, wahrgenommen werden kann. Die Abfertigung eines nachfolgenden Wagenzuges muß dem Bahn-Aufsichtspersonale durch eine an dem letz-

ten Wagen des vorangehenden Zuges aufgesteckte Flagge signalisirt werden, und mehr als drei Züge dürfen keinenfalls ohne vorgängiges Begehen und Besichtigen hintereinander abgefertigt werden. Auch darf der nachfolgende Wagenzug dem vorangehenden, bevor dieser am Bestimmungsorte angelangt ist, niemals näher kommen, als 200 Ruthen, und wo der vorangehende Wagenzug, wegen des Terrains oder wegen einer Biegung aus der Ferne nicht wahrnehmbar ist, muß der nachfolgende Wagenzug langsamer fahren, so daß er nöthigenfalls ohne Schwierigkeit sogleich anhalten kann.

Zu den hierher gehörenden Unfällen gehört auch das Zusammentreffen der Convoi's mit auf der Bahn befindlichen Menschen oder Thieren; solcher Unfall ist Folge eines Mangels an gehöriger Aufsicht auf der Bahn.

Gegen das Ende der Fahrt darf der Maschinist, besonders wenn die Bahnneigung gegen das Ende hinfällt und die Last des Convoi's sehr stark ist, nicht mit vollem Dampfdrucke fahren, weil der ganze Wagenzug und die Maschine leicht mit großer Geschwindigkeit über das Ziel hinauseilen und Unglücksfälle herbeiführen kann; wird daher die Geschwindigkeit der Maschine und dadurch das Beharrungsvermögen der Bewegung des Convoi's nicht zeitig eingeschränkt, so wird die Anwendung von Gegendampf, das Schließen der Oeffnung des Regulators und das Anziehen sowohl der Bremse des Tenders, als der Bremsen der Wagen selbst, die einmal erlangte Geschwindigkeit nicht frühzeitig genug einschränken können.

Von einem Anstoßen an ein auf einer Zwischenstation stehendes Convoi, welches letztere vom Maschinisten nicht wahrgenommen worden ist, oder von dem Zusammenstoßen zweier einander begegnenden

Convoi's kann hier nicht weiter die Rede sein. Diese Unfälle sollte man, gleich andern höchst seltenen und unglücklichen Zufällen, zu den unmöglichen zählen.

Zu den letztern dürfte das Anhäufen einer bedeutenden Menschenmasse auf der Bahn gezählt werden, welche leicht Excesse begehen und die Signale auf der Bahn in Verwirrung bringen können; ein Unglücksfall ist in solchem Falle nicht leicht zu vermeiden.

Unfälle, veranlaßt durch schlechte Verwaltung der Eisenbahn, sowie auch durch Nachlässigkeit.

Man sollte eigentlich glauben, daß die hier rubricirten Unfälle am Leichtesten zu vermeiden wären. Die schlechte Verwaltung einer Eisenbahn rührt oft lediglich von einem verkehrten Sparungssystem her, indem man Personen mit niedrigem Gehalt anstellt, denen es an Kenntnissen und an Erfahrungen fehlt, und welche die Vortheile einer zweckmäßigen und strengen Disciplin nicht kennen. Zuweilen können diese Unfälle auch aus einem unzeitigen Ersparungssystem in Beziehung auf die Benutzung schlechter und schlecht unterhaltener Locomotiven herrühren.

Der Mangel an energischen Vorgesetzten, auf Hauptstationen, erstreckt seinen schädlichen Einfluß auf die Untergebenen, und nie kann der Dienst auf einer Eisenbahn zweckmäßig sein, wenn nicht bei jedem Zweige die vollkommenste und schärfste Beaufsichtigung, Regelmäßigkeit und Aufmerksamkeit unterhalten wird, und wenn man nicht ein Personal anstellt, welches Lust und Liebe zum Dienst hat, welches die hinlänglichen Kenntnisse und Erfahrungen besitzt, und welches nicht lediglich seiner Stel-

lung wegen die Anstellung verlangt. Läßt man den Eisenbahn-Beamten, wenn man zu denselben nur geeignete Personen genommen hat, eine gehörige Freiheit, gewährt man ihnen die nöthigen Aufmunterungen, so werden die Unfälle auf den Bahnen jedenfalls sehr vermindert werden. Wir müssen unsere Bemerkungen über diesen wichtigen Gegenstand auf dieses Wenige beschränkt sein lassen, da sich eigentlich nichts mehr darüber sagen läßt.

Unfälle, welche durch das Zusammenstoßen zweier Eisenbahnzüge, oder dadurch veranlaßt werden, daß zwei hintereinander fahrende Züge an einander stoßen.

Es scheint, als wenn Unfälle auf Eisenbahnen mehr dadurch entstehen, daß zwei hintereinanderfahrende Züge gegen einander stoßen, als zwei einander begegnende, indem das letztere namentlich auf doppeltspurigen Bahnen sehr leicht vermieden werden kann, und solche Begegnungen stets die gröbste Nachlässigkeit im Dienst voraussetzen. Es sind neuerlich wiederholt Unfälle dadurch entstanden, daß man bei schweren Zügen eine Locomotive an die Spitze stellt und die andere schieben läßt, besonders auf Steigungen der Bahn; wir haben aber schon weiter oben von dem Unerlaubten eines solchen Betriebes geredet und verweisen demnach darauf.

Unfälle wegen sehr großer Geschwindigkeit.

Eine andere Classe von Unfällen entsteht aus einer andern Art von schlechter Verwaltung einer Bahn, deren Ursachen in einer sehr entgegengesetzt schlechten Einrichtung des Dienstes liegen, die

nämlich einer zu großen Dreistigkeit, ja der Unvorsichtigkeit zugeschrieben werden muß, denn die Ansicht Mancher, daß es nur Folge von Unerschrokkenheit sei, können wir durchaus nicht theilen.

In Deutschland wird freilich auf keiner Bahn mit so großer Geschwindigkeit gefahren, daß unmittelbar Unfälle daraus entstehen könnten, allein auf den englischen Bahnen entstehen bei Weitem die meisten Unfälle aus diesem Grunde, und die geringste Unvollkommenheit an den Maschinen macht solche Unfälle um so ernstlicher. Am Meisten beklagen sich diejenigen, welche viel auf Eisenbahnen reisen, weit eher über eine zu große Geschwindigkeit, als über zu große Langsamkeit. Vor wenigen Jahren waren 20 englische oder 4 deutsche Meilen eine bedeutende Geschwindigkeit in der Stunde, während man in England jetzt 50 oder 60 und selbst 70 englische Meilen, oder 10 bis 15 deutsche, mit Einschluß des Aufenthalts, in einer Stunde zurücklegt. Auf der großen Westbahn beträgt die regelmäßige mittlere Geschwindigkeit 41 bis 47 englische oder $8\frac{1}{2}$ bis 10 deutsche Meilen in der Stunde. Alles dies erregt wenig Wunder und genügt dem steigenden Hange zum schnellen Reisen kaum einmal.

Manche sind der Meinung, daß bei einer mäßigen Geschwindigkeit beim Zusammentreffen zweier Züge gerade die meiste persönliche Gefahr verbunden sei, und daß es daher eben so sicher sei, rascher als langsam zu fahren. Jedoch ist die Folgerung, daß mit zunehmender Geschwindigkeit auch die Größe der Zerstörung steigt, eine ganz richtige. Die Wirkung des Zusammenstoßens eines schnell bewegten Körpers mit einem langsamer bewegten, ist bei Dampfschiffen und Eisenbahnzügen hinlänglich in der Zerstörung des letztern bewiesen; und aus diesem Grunde ist es nothwendig, die übergroße Geschwindigkeit des

einen zu mäßigen, um die Zerstörung des andern zu vermeiden.

Es erleidet gar keinen Zweifel, daß in dem Maße der steigenden Geschwindigkeit die Möglichkeit einer zweckmäßigen Beaufsichtigung vermindert wird. Wird die Geschwindigkeit von 5 bis auf 10 deutsche Meilen in der Stunde gesteigert, so ist es ganz natürlich, daß die genaue Beaufsichtigung fehlen muß, und daß es schwieriger ist, die Maschine plötzlich aufzuhalten, selbst wenn man sie in einer entgegengesetzten Richtung gehen läßt, und es muß daher die Gefahr des Zusammenstoßens weit bedeutender sein.

Wir könnten zahlreiche Beispiele anführen, daß, so gut eine Eisenbahn auch immer verwaltet sein mag, die Gefahr vor Unfällen mit vermehrter Geschwindigkeit stets steigen muß; denn es scheint keine Vorsicht im Stande zu sein, Hindernisse gänzlich zu vermeiden, indem dieselben durch Bosheit veranlaßt sein können, und in dieser Beziehung ist das Reisen auf Eisenbahnen in gewisser Hinsicht stets dem Zufall unterworfen.

Ohne Zweifel kann die aus einer großen Geschwindigkeit der Bahnzüge veranlaßte Gefahr durch eine genaue und zweckmäßige Beaufsichtigung vermindert werden; allein da die Locomotiven, wenn man sie stärker macht, auch schneller betrieben werden können, so können sie auch leichter aus der Bahnlinie geworfen werden, sobald die Räder das geringste Hinderniß auf der Bahn treffen. Es muß einleuchten, daß die ganze Leitung der Maschine dadurch schwieriger wird, und es wird demnach ein Gegenstand von großer Bedeutung, welche Geschwindigkeit den Bahnzügen gegeben werden müsse, oder welches in Beziehung auf Vorsicht und Sicherheit die größte Geschwindigkeit sein müsse. Gewisse gesetzliche Vorschriften in dieser Beziehung, wie sie auch auf den

meisten deutschen Eisenbahnen bestehen, sind sicher sehr zweckmäßig. Man findet es zweckmäßig, sich nicht ganz der Tollkühnheit zu überlassen, welche geschickte Locomotivführer häufig haben, obgleich man solchen Leuten auch nicht das Vermögen absprechen kann, daß sie die Gefahr voraussehen, daß sie ein gewisses Gefühl derselben haben, wie es überhaupt Leuten eigenthümlich ist, die viel mit Gefahren umgeben sind. Jedenfalls werden Vorsichtsmaßregeln, zweckmäßige Gesetze und eine genaue Prüfung der Individuen, denen das Leben so vieler Menschen anvertraut werden muß, von großem Nutzen sein.

Da sich die Eisenbahnen immer mehr und mehr ausdehnen, und das Reisen auf denselben bei Weitem das häufigste wird, so läßt sich auch erwarten, daß man auf den Bau der Locomotiven und der Transportmittel überhaupt eine größere Sorgfalt verwenden werde; unsere Erfahrungen in dieser Beziehung werden immer bedeutender, und es läßt sich daher auch erwarten, daß die Unfälle dieser Art immer mehr abnehmen werden.

Unfälle durch Nachlässigkeit.

Daß viele von den vorhergehenden Unfällen ihren Grund in Vernachlässigungen des Dienstes haben, ist gar keinem Zweifel unterworfen. So entstehen viele derselben durch Versehen bei den Nachtsignalen, und es haben diese oft sehr schwere Folgen. Sie haben ihren Grund gewöhnlich in Nachlässigkeiten, und nur die Witterung macht in dieser Beziehung zuweilen eine Ausnahme. Wir könnten eine Menge Beispiele anführen, daß Unfälle bei Nachtzügen von dieser Quelle herrühren, jedoch müssen Beispiele überall aus diesem Buche wegbleiben. Man hat zur Abhülfe dieser Art von Unfällen sehr mannichfache Mittel vorgeschlagen, jedoch würde es

zu weit führen, wenn wir dieselben hier alle namhaft machen wollten.

Unfälle, welche von einem schlechten Bau der Bahn herrühren.

Alle Eisenbahngesellschaften lassen ihre Maschinen vor dem Abgange des Zuges durch einen vollkommen sachvertrauten Ingenieur untersuchen, um auf diese Weise der persönlichen Sicherheit der Reisenden zu entsprechen. Jedoch stehen diese Ingenieure in dem Dienst der betreffenden Gesellschaften, und es würde daher weit zweckmäßiger sein, wenn an Orten, von denen verschiedene Bahnen ausgehen, wie z. B. im Norden von Deutschland, in Hannover, Braunschweig, Magdeburg, Köthen, Berlin, Stettin, Frankfurt, Breslau, Dresden 2c., ein Inspector stationirt wäre, welcher, unabhängig von den einzelnen Bahngesellschaften, ermächtigt wäre, zu allen Zeiten sowohl die Eisenbahnen, als auch die Triebkräfte und die Transportmittel auf denselben zu untersuchen. Mit zunehmender Verbreitung der Eisenbahnen wird eine solche Einrichtung immer nöthiger, und wir sind überzeugt, daß ein solches Institut bald ins Leben treten wird.

Ein schlechter Zustand des Oberbaues der Bahn, d. h. der Schienen, Ausweichstellen, Uebergänge, der Drehscheiben, Curven 2c., kann zu den traurigsten Unfällen Veranlassung geben. Manche Unfälle haben ihren Grund in den kurzen Halbmessern der Curven, und leider sind solche Curven auf manchen Eisenbahnen noch recht häufig, und in diesen können die Locomotiven und Wagen sehr leicht aus dem Geleise kommen. Es kann dieß durch ein nur geringes Sinken der Schwellen auf der Seite der äußeren Schienen, welche bekanntlich höher stehen müs-

fen, veranlaßt werden, und ein solches Sinken der Schwellen oder Steinblöcke gehört auf neuen Bahnlinien zu den ganz gewöhnlichen Ereignissen. Die Kieslage auf dem Unterbau giebt sehr häufig nach, und es ist dieß die meiste Veranlassung.

Es muß daher bei dem Bau einer Eisenbahn, in den Curven, nicht allein die größte Sorgfalt angewendet worden, sondern solche Stellen müssen auch täglich, vor dem Passiren der Bahnzüge, auf das Genaueste untersucht und mangelhafte Stellen sogleich ausgebessert werden. Die Eisenbahn-Verwaltungen müssen dieß um so mehr thun, da solche Mängel stets den Augen des Publicums zugänglich sind. Außerdem muß in den Curven, wie schon bemerkt, stets mit einer geringen Geschwindigkeit gefahren werden.

Ebenso erforderlich ist es, Dämme, Viaducte und Brücken stets einer genauen Beaufsichtigung zu unterwerfen, damit sie nie Veranlassung zu Unfällen geben. Sparsamkeit ist in dieser Beziehung ein ganz unrichtiges Princip, und jede Eisenbahn-Gesellschaft würde sehr unrecht thun, wenn sie sich in dieser Beziehung von einem falschen Principe leiten lassen wollte.

Eine andere Classe von Unfällen erfolgt aus dem schlechten Bau der Wagen, und es versteht sich ganz von selbst, daß dieselben nicht allein durch einen sorgfältigen Bau, sondern auch durch eine eben so sorgfältige Inspicirung derselben, vor dem Abgange eines Bahnzuges, zu vermeiden gesucht werden.

Unfälle, die vom Feuer herrühren.

Wir haben endlich noch von den Unfällen zu reden, welche von einem Entzünden der Wagen herrühren. Das schreckliche Unglück, welches sich vor

einigen Jahren auf der Paris-Versailler-Bahn ereignete, indem die Wagen Feuer fingen und sehr viele Personen verbrannten, konnte vermieden werden, wenn ein zweckmäßiges System der Verbindung oder Mittheilung angewendet worden wäre; allein so ging das Geschrei der Brennenden und Sterbenden durch das Geräusch der Räder und des Dampfes verloren. Erst als der ganze Bahnzug in Flammen stand, wurde es bemerkt und derselbe zum Stehen gebracht. Um das Elend der unglücklichen Reisenden zu vollenden, waren sie in ihren Coupee's eingeschlossen. Andererseits hat das Nichtverschließen der Wagen andere Nachtheile, so daß man eigentlich nicht sagen kann, was den Vorzug verdient.

Auf den offenen Wagen ist es nun gar nicht zu vermeiden, die Kleider zu verbrennen, indem die Cinders aus der Esse der Maschine oft an die entferntesten Punkte des Bahnenzuges getrieben werden. Es ist daher nothwendig, daß die Oeffnungen der Essen mit Hauben von Drahtgaze versehen werden, und daß man dahin sieht, dieselben stets im guten Zustande zu erhalten, um die schrecklichen Unfälle zu vermeiden.

Vorschläge zur Erhöhung der Sicherung der Eisenbahn-Reisenden.

1) Es würde zweckmäßig sein, daß bei jeder Locomotive, außer ihrem Führer und Feuermann, ein dritter Mann oder Knabe angestellt würde, der die Function hätte, sich umzuschauen, um dem Führer sofort jedes Signal mitzutheilen, welches der zugführende Conducteur macht. Auf diese Weise hat der Locomotivenführer nicht nöthig, sich nach dem Conducteur umzuschauen, sondern er kann seine ganze Aufmerksamkeit auf die seiner Leitung anvertraute

Maschine richten; er kann daher augenblicklich bereit sein, die Locomotive langsamer gehen zu lassen, oder sie ganz anzuhalten, indem er sie rückwärts stellt, oder den Dampf abzulassen, je nachdem es gerade erforderlich ist. Diese Anordnung bezieht sich auf Eisenbahnen, bei denen der zugführende Conducteur auf der Außenseite des Wagens sitzt; auf der großen Westbahn in England aber, bei welcher der Conducteur innerhalb der Wagen sitzt, ist ein auf der Locomotive stehender Wächter um so nothwendiger. Uebrigens ist diese Einrichtung, den Conducteur im Wagen sitzen zu lassen, und nicht außerhalb desselben, eine sehr schlechte und nachtheilige, indem es für diese Beamten wirklich eine Hauptsache ist, sich überall umsehen zu können, wenn sie den Bahnzug gehörig leiten wollen.

2) Es sollte ferner kein Personenzug ohne zwei Conducteure abgehen, von denen der eine an der Spitze des Zuges befindlich ist und nach vorwärts sieht, während der andere auf dem hintersten Wagen, die Blicke nach rückwärts sitzt. Statt dieser Einrichtung haben viele Bahnzüge nur einen, und manche gar keinen Conducteur, oder er sitzt unter einem Verdeck und kann gar nichts sehen. Ebenso wenig sollten besondere oder Güterzüge ohne einen Conducteur oder Wächter auf der Locomotive fahren.

3) Es müssen Mittel vorhanden sein, um durch Signale, oder auf irgend eine andere Weise, eine freie und augenblickliche Verbindung zwischen den beiden Conducteuren, sowie auch zwischen diesen und dem Locomotiven-Führer, bewerkstelligen zu können. Man hat zur Erreichung dieses Zweckes verschiedene Vorschläge gemacht. Es entsteht ganz von selbst die Idee, daß eine Schnur oder ein Draht, wie bei einer Kutsche, an den Arm des Locomotiv-Führers befestigt werden möchte, wodurch seine Aufmerksamkeit augenblicklich gefesselt werden würde. Eine ähnliche Ver-

bindung müßte zwischen den beiden Conducteuren an der vordern und an der hintern Seite des Bahnzuges stattfinden; es könnte auch die Schnur oder der Draht zum Anziehen einer Glocke auf der Locomotive benutzt werden. Man hat solche Vorschläge schon wiederholt gemacht, aber nie sind sie ins Leben gerufen worden, indem mit der Ausführung manche praktische Schwierigkeiten verbunden sind, die man jedoch leicht beseitigen würde, wenn man über die Ausführung gehörig nachdenken wollte. Neuerlich hat man bei wiederholten Unfällen durch Zusammenstoßen von Bahnzügen den Gegenstand wieder aufgenommen und ihm eine größere Aufmerksamkeit gewidmet. Man hat die Nothwendigkeit erkannt, sich sowohl von der hinteren, als von der vordern Seite gegen jede Gefahr zu sichern, und man ist der Meinung, daß ein auf dem hintersten Wagen befindlicher Conducteur hinreichen würde; derselbe müßte mit der Locomotive mittelst einer Schnur oder eines Drahtes, und durch eine Glocke in Verbindung stehen, und sobald er eine Unordnung wahrnähme, müßte er ein Zeichen geben, um den Locomotiv-Führer von dem Ereigniß in Kenntniß zu setzen, so daß derselbe den Zug zum Stillstande bringen könnte.

Unter andern Vorschlägen dieser Art ist auch der folgende gemacht worden, der um so mehr Aufmerksamkeit verdient, da man auf der Birmingham-Bahn bereits Versuche damit angestellt hat. Diese Vorrichtung besteht in einer großen Büchse, welche oben mit einer recht hellen Glocke versehen ist. In der Büchse oder in dem Kasten befindet sich ein Uhrwerk, welches die Einrichtung eines sogenannten Weckers hat und der außerdem mit einer rothen Lampe versehen ist, um in neblichten Nächten wahrgenommen werden zu können. Von dieser Vorrichtung, die auf demjenigen Wagen, welcher der Maschine am Nächsten ist, befestigt wird, gehen Schnüre

über die Wagendecken weg bis zu dem Conducteur. Bemerkt derselbe nun irgend eine Gefahr, so zieht er an der Schnur, sodaß die Glocke anfängt zu schlagen, und in der Nacht wird eine rothe Lampe sichtbar, oder es steigt sogleich ein Bret in die Höhe, welches das Wort „steh" enthält. Auf diese Weise wird des Locomotivführers Auge und Gehör gleichzeitig auf die Gefahr aufmerksam gemacht.

4) Je mehr sich der Personenverkehr auf Eisenbahnen ausbreitet, um so fühlbarer wird der Mangel an Mitteln zur Mittheilung zwischen den Reisenden und denjenigen Personen, welche den Zug führen. Es sind durch diesen Mangel schon sehr häufige Unglücksfälle vorgekommen. Der Gegenstand ist von so großer Wichtigkeit, daß er die schärffste Berücksichtigung verdient. Mag jetzt eine Person auch noch so unwohl werden während des Fahrens, so muß sie bleiben, wo sie ist, mag auch aus ihr werden, was da will, und erst dann, wenn der Zug auf der Station angekommen ist, kann ihr irgend eine Hülfsleistung gewährt werden. Es ist daher erforderlich, daß die Verbindungsmittel zwischen den Conducteuren und Locomotivenführer auch auf die Reisenden ausgedehnt werden, und daß diese mit den Conducteuren in Communication treten können. Auf der andern Seite läßt sich hier der Einwurf machen, daß dadurch manche unnöthige Störung und mancher Lärm veranlaßt werden dürfte; jedoch muß man da, wo bedeutende Vortheile zu erlangen sind, nie auf geringere Nebendinge Rücksicht nehmen. Es ist sehr leicht, jeden Wagen mit einem Sprachrohr oder mit einem Zuge zu versehen, um dem Conducteur ein Signal zu geben, daß er zu dem Wagen gelangen könne. Dies ist freilich mit Schwierigkeiten und Gefahr verbunden, indem der Conducteur nur Griffe und Tritte hat, um zu jedem Wagen gelangen zu können.

5) Dies führt uns zu der Betrachtung, ob die Personenwagen nicht so eingerichtet werden könnten, daß die Conducteure mit einer größern Leichtigkeit und ohne alle Gefahr, von einem Ende des Zuges bis zu dem andern gelangen können. Es gibt mehrere Wege, um zu diesem Zweck gelangen zu können. Die Wagen müßten so eingerichtet sein, um, wie bei einem Canalboote, von einem Ende zum andern gelangen zu können. Die Wagen auf der großen Westbahn in England, gestatten sehr leicht den Versuch einer solchen Einrichtung. Es würden alsdann zu beiden Seiten des mittlern Durchganges Abtheilungen für die Reisenden sein. Der Eingang zu diesen Durchgangsräumen würde an den Enden sein, wie dies schon bei vielen Wagen auf den belgischen, amerikanischen, sowie auch auf der Berlin-Frankfurter Bahn der Fall ist.

Mittelst einer solchen Einrichtung könnte eine leichte Verbindung zwischen den Conducteuren und den Reisenden stattfinden, und bei gegebenem Signal könnten dieselben ohne alle Gefahr zu dem bezeichneten Wagen gelangen. Es könnte eine Strafe festgesetzt und bekannt gemacht werden, welche Diejenigen träfe, die unzeitige und unnöthige Signale gäben. Eine solche Einrichtung der Wagen würde auch noch das Gute haben, die Fahrbillets zu jeder Zeit einsammeln und controliren zu können, so daß es nicht nöthig wäre, die Passagiere aus diesem Grunde einzusperren.

Ueberhaupt würde es sehr nöthig sein, eine durchgängige Reform der Eisenbahnwagen, besonders der der zweiten und dritten Classe, vorzunehmen, und es würden sich alsdann alle möglichen Einrichtungen zur Beförderung der Sicherheit und der Bequemlichkeit machen lassen. Unseres Erachtens nach, ist die Sicherheit der Wagen schon dadurch gefährdet, daß sie so viele Thüren haben, indem dieselben bei dem sehr

raschen Fahren, wenn sich die Reisenden dagegen stützen, aufspringen und dieselben herausstürzen können. Die meisten Wagenthüren sind nur mit Drükkerschloß und Federn versehen, welche sehr leicht in Unordnung gerathen und dann bei der Bewegung der Wagen von selbst aufgehen können. Auf vielen Bahnen hat man jedoch, um diese Gefahr zu vermindern, die Schlösser besser eingerichtet.

Da das Reisen auf Eisenbahnen stets allgemeiner wird, so erleidet es gar keinen Zweifel, daß man auf die Construction der Personenwagen und auf die Bequemlichkeit der Reisenden immer mehr Aufmerksamkeit verwenden wird. Es hat sich bei der Untersuchung der Unglücksfälle auf Eisenbahnen herausgestellt, daß besonders die Schenkel und die Beine der unglücklichen Opfer leiden, und es sind eine Menge complicirter Beinbrüche in der Nähe des Kniees vorgekommen, indem die Beine der Reisenden gegen die entgegengesetzten Sitze gestoßen oder geschleudert werden. Wenn die Reisenden der Länge nach in den Wagen sitzen, wie in den Omnibus, so sind viele Verletzungen weniger, oder sie sind minder gefährlich. Es steht zu erwarten, daß Wagen dieser Art versucht werden, denn es muß für die Reisenden ebenso bequem, wo nicht bequemer sein, der Länge, als der Quere nach zu sitzen.

Die große Westbahn in England war die erste, welche Wagen mit dieser Zimmer-Einrichtung eingeführt hat, jedoch hat man dieselben auch in Deutschland bis jetzt nur auf den Gebrauch bei Lustpartieen beschränkt. Jedoch würde es auch ebenso zweckmäßig sein, dieselben mit einer mäßigen Belastung zu den gewöhnlichen regelmäßigen Fahrten zu benutzen. Außerdem sollte noch bei allen Bahnzügen auf sehr großen Bahnen ein eigner Aufseher dazu angestellt sein, um über die Bequemlichkeit und das Wohlbefinden der Passagiere zu wachen; denn die gewöhnlichen Conducteure

dürfen eigentlich ihren Posten nicht verlassen, da ihre Hauptpflicht darin besteht, umherzublicken und Gefahren für den ganzen Zug zu vermeiden.

6) Auf denjenigen Eisenbahnen, deren Spurweite nicht hinreichend ist, um mit Wagen befahren werden zu können, die in der Mitte einen Gang haben, weil bei diesen schmalen Wagen durch denselben so viel Raum gewonnen werden würde, können andere Einrichtungen getroffen werden. Dahin gehören, z. B., 18 bis 20 Zoll breite Böden, an der Außenseite der Wagen, in der Höhe der Tritte. Auf diesen Böden können die Conducteure von einem Ende der Bahn bis zu dem andern, ohne irgend eine Gefahr gelangen. Jedoch ist es einleuchtend, daß die Breite der Spur und die Weite zwischen beiden Spuren, auf das Specielle der Einrichtung manchen Einfluß haben.

7) Für die Sicherheit der Bewegung der Locomotiven scheint es sehr zweckmäßig zu sein, daß jede Eisenbahn einen electrischen Telegraphen besitzt, durch welchen der Abgang eines jeden Zuges, von einem Ende der Bahn bis zu dem andern, bekannt gemacht werden kann. Da ein solcher Telegraph auch die Mittel hat, die zwischen den Enden liegenden Stationen zu benachrichtigen, so kann er auf langen Linien die Nachricht einer jeden Station mittheilen, so daß, wenn die Maschine irgend einen Unfall hat, derselbe nach beiden Richtungen hin bekannt gemacht werden kann. Wären alle Bahnen mit solchen Mitteln versehen, so würde mancher unangenehme und nachtheilige Unfall vermieden werden können. Nur durch dies Mittel allein wird es u. a. auf einspurigen Bahnen möglich, einen so lebhaften Betrieb zu erhalten, wie, z. B., auf der ausgezeichneten Thüringer Bahn.

8) Es müßten auf allen Bahnen eines Landes gleiche Eisenbahn-Signale angeordnet werden. Bei

dicken Nebeln müßten diese Signale eine solche Einrichtung haben, daß sie zu keinen Mißverständnissen Veranlassung geben. Auf jeder Station müßten selbstwirkende Alarm- oder Lärmglocken angebracht sein, welche bei der Ankunft der Locomotiven in Thätigkeit kämen, aber auch festgestellt werden müßten. Außer der gewöhnlichen Dampfpfeife, deren Signale leicht mißverstanden werden können, würde es zweckmäßig sein, die Locomotiven auch mit einer helltönenden Glocke zu versehen, welche in der Dunkelheit, bei Nebeln, oder bei besondern Gefahren zu läuten wäre. Die Maschinen auf der großen Westbahn in England sind mit zwei Pfeifen versehen, von denen die eine zu den gewöhnlichen Signalen dient, während die andere für den Conducteur bestimmt ist. Diese Einrichtung könnte noch weiter ausgedehnt werden, indem man die eine Pfeife für die nach einer Richtung gehenden Züge gebrauchte, und die andere, welche einen verschiedenen Ton haben muß, für die entgegengesetzte Richtung. Auch würde dies ein vortreffliches Signal bei Nebeln und in der Nacht sein. Jetzt wird auf den meisten Eisenbahnen der schrillende Ton der Dampfpfeife hauptsächlich dazu benutzt, um die auf den Bahnlinien arbeitenden Leute zu warnen, sowie, um die Stations-Aufseher zu benachrichtigen; und da der Ton bei ruhigem Wetter fast eine Stunde weit gehört werden kann, so ist dieses Signal sehr nützlich; allein da der Ton der Pfeife keiner Veränderung fähig ist, so kann man damit eigentlich nicht genau bezeichnen, was man will. Dagegen können mit mehreren Dampfpfeifen von verschiedenem Ton auf einer Maschine, z. B. mit dreien, ganze Reihen von Signalen gegeben werden, die alsdann um so größern Nutzen haben, da man sie auf weite Entfernungen hören kann.

9) Ebenso sind auch zweckmäßige Signal-Lampen bei starken Nebeln höchst nothwendige Erforder-

nisse. Man hat verschiedene Erfindungen in dieser Beziehung bekannt gemacht.

Dahin gehört, z. B., die Giscard'sche Lampe, deren besondere Vortheile die nachstehenden sind: — Derselbe Apparat dient sowohl bei Nacht, als auch am Tage, sowohl bei hin- als bei hergehenden Zügen, und sie benachrichtigen von folgenden Dingen: von den Unfällen auf irgend einer Linie; wann der letzte Zug passirt sei; ob irgend ein Zug aufgehalten, seine Geschwindigkeit vermindert, seine Richtung umgekehrt oder er auf eine Seitenbahn übergegangen sei. Im Fall der Begegnung zweier Züge kann ein Signal gegeben werden, daß sich zwei Züge einander nähern, und es kann derjenige bezeichnet werden, welcher stehen bleiben, oder welcher weiter gehen muß; wirklich können eine ganze Reihe von Signalen gegeben werden, und in keinem Falle sind andere Signale erforderlich. Ein anderer Vortheil dieser Lampe ist der, daß ihre Farben und ihre Einrichtung in vollkommener Uebereinstimmung mit den schon vorhandenen Signalen stehen, so, daß die Beamten die Signale sogleich verstehen können. In der Nacht und bei Nebeln sind die Signale hell genug, so daß sie auf einer bedeutenden Entfernung gesehen werden können; auch sind die Anlagekosten endlich sehr gering. Ebenso scheinen auch die Patent-Eisenbahn-Signale von Forsyth einfach und zweckmäßig zu sein. Er nimmt an, daß jede Maschine eine verschiedene Figur von Lichtern mit sich führen könne, und durch einen Signalposten mit Lampen der Maschine durch den Verschluß von einer oder mehreren Lampen das erforderliche Signal gegeben werden könne. Wenn demnach ein Locomotivführer die Figur des Lichts, welches er mit sich führt, kennt, und ein entsprechendes Signal auf der Station bemerkt, so weiß er, was damit gesagt werden soll, während

die Leute auf der Station von der Ankunft der Maschine benachrichtigt werden.

10) Auf den belgischen und auf vielen deutschen Eisenbahnen hat jeder Zug zwei Conducteure, welche mit sogenannten Jubel- oder Signalhörnern versehen sind. Bei'm Abgange eines Zuges nehmen die Reisenden nach dem ersten Läuten der Glocke ihre Sitze ein und bei'm zweiten Läuten stößt der Conducteur an dem einen Ende des Zuges in sein Horn, welches von dem andern beantwortet wird. Dadurch erfahren die Reisenden, daß Alles fertig ist und daß der Zug in Bewegung gesetzt wird. Dies ist zweckmäßiger, als wenn Alles schweigend abgeht, und in manchen Fällen ist das Horn ein sehr zweckmäßiges Alarmsignal.

11) Manche haben die Meinung aufgestellt, daß, wenn der Locomotivführer an der Vorderseite der Maschine stände, statt an der hintern Seite, er alsdann eine größere Umsicht haben müsse, wodurch die Sicherung gegen Unfälle vermehrt werden würde; jedoch verhält sich dies nicht so, indem der Maschinenführer mit seiner Maschine hinlänglich zu thun hat und sich daher nicht viel umschauen kann. Es müßte daher, wie schon bemerkt, noch ein Anderer mit dem Geschäft des Umschauens beauftragt werden.

12) Die Frage wegen der Spurweite auf den Eisenbahnen ist in England noch in den Händen einer zu deren Entscheidung beauftragten Commission. Diese hat sich zu Gunsten einer allgemeinen Spur für das ganze Königreich ausgesprochen, und daß diese Spur die enge sein müsse. Obgleich nun die Einführung einer allgemeinen Spur mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, so würde eine solche doch für den Eisenbahnverkehr sehr bedeutende Vortheile haben.

Es müßte die Gesetzgebung nur in dieser Beziehung noch weiter gehen, und es müßten für manche

Dinge noch weit mehr und zwar bestimmtere Bestimmungen gegeben werden. Dahin gehört, z. B., daß die Schienen für den Locomotivenbetrieb ein bestimmtes Gewicht haben müßten; daß keine Locomotive, kein Tender, kein Personen- und kein Packwagen, bei einer großen Bewegungsgeschwindigkeit, weniger als 6 Räder haben müßte. Es müßten ferner über die Halbmesser der Curven, für die Steigungen, für die Höhe und Länge der Tunnels, für die Erhebung und die Weite der Brücken, für die Räume zwischen den Schienenlinien, sowie zwischen den Schienen und den Banquets, bestimmte Vorschriften gegeben werden. Dadurch würde das Zutrauen des Publicums zu dem Eisenbahnverkehr außerordentlich gewinnen. Es müßten ferner allgemeine Bestimmungen darüber gegeben werden, auf jeder Station eine Brücke zum Uebergang der Reisenden von einer Bahnlinie zur andern vorzurichten, damit dieselben nicht quer über die Schienen zu gehen brauchten. Endlich müßte auch von der Eisenbahnbehörde die größte Geschwindigkeit der Züge auf jeder besondern Linie, und in Uebereinstimmung mit den Steigungen, Krümmungen, Tunnels und Viaducten auf derselben angegeben werden. Die Annahme solcher bestimmten Regeln würde manche Unfälle vermindern; es würde auch sehr vortheilhaft für die öffentliche Sicherheit sein, wenn der Aufenthalt auf jeder Station regulirt würde, statt des jetzigen, oft zu großen Uebereilungssystems.

13) Es müssen einfache Vorrichtungen getroffen werden, damit jeder Conducteur augenblicklich die Personen- und Transportwagen von der Maschine und die Wagen von einander trennen kann; der Nutzen solcher Vorrichtungen bei Unfällen muß sehr einleuchtend sein. Auch würde es zweckmäßig sein, die Glieder und Haken der Verbindungsketten zwischen den Wagen so einzurichten, daß sie nur ein

gewisses Gewicht zu ziehen vermöchten, ohne zu zerreißen, oder daß sie den Wagen, wenn derselbe durch irgend einen Unfall umstürzte, nicht weiter mit sich fortzögen.

14) Es würde nothwendig sein, Versuche anzustellen, wie man sich gegen die durch Feuer veranlaßten Unglücksfälle zu hüten habe, um sich zu überzeugen, ob es nicht möglich sei, den Essen einen gehörigen Zug zu geben, und dennoch das Umhersprühen der Funken gänzlich zu vermeiden. Bis daß man in dieser Beziehung geeignete Mittel gefunden hat, wird stets sowohl für die Bahnzüge, sowie auch für die Umgebung der Eisenbahn, eine bedeutende Feuergefährlichkeit Statt finden. Die glühenden Einders können durch gut eingerichtete Essenhauben von Kupferdraht abgehalten werden, und ebenso ist es auch möglich, die meisten Funken und die umherfliegende Asche zurückzuhalten.

15) Es sollte keiner Eisenbahngesellschaft erlaubt sein, die Feuerung ihrer Locomotivenkessel von den Führern derselben anschaffen zu lassen, welches immer mit sehr vielen Nachtheilen verbunden ist.

16) Auf jeder Station muß ein Buch vorhanden sein, in welches die Beschwerden der Reisenden eingeschrieben werden können, welche Einrichtung schon seit langen Jahren auf den preußischen Poststationen existirt. Die Eisenbahndirectionen erhalten dadurch eine sehr genaue Controle ihrer Untergebenen, und bei den Posten wenigstens hat sich diese Einrichtung als sehr bewährt gezeigt.

17) Es würde sehr zweckmäßig sein, wenn die Regierungen in jeder bedeutenden Stadt, von welcher Eisenbahnen ausgehen, wie schon bemerkt, Eisenbahninspectoren anstellten, welche über den ganzen Betrieb und die Reparaturen der Bahn und ihrer Betriebsmittel die Oberaufsicht führen, die Ursachen von

vorkommenden Unfällen untersuchen, Klagen anhören könnten ꝛc., wodurch die öffentliche Sicherheit und das Zutrauen zu dem Eisenbahnverkehr bedeutend vergrößert werden würde. Diese Inspectoren würden alsdann von Zeit zu Zeit Berichte an die Obereisenbahnbehörde des Landes einzureichen haben.

18) Da, wo zwischen zwei großen Städten, wie es freilich in England mehr, als wie auf dem Festlande der Fall ist, ein großer Güterverkehr Statt findet, würde es für die öffentliche Sicherheit sehr zweckmäßig sein, wenn für diesen Güterverkehr noch eine dritte Bahnlinie gelegt und der Personentransport gänzlich davon getrennt würde. Auch dürfte es nie erlaubt sein, daß Güterwagenzüge die Personenbahnlinien durchkreuzten. Es würden dadurch manche Unfälle vermieden werden können.

19) Da der Eisenbahnverkehr jetzt schon ein großes Uebergewicht über den übrigen Verkehr hat, so würde es sehr zweckmäßig sein, die Gesellschaften anzuhalten, daß von der oft bedeutenden Dividende, welche auf die Actieninhaber fällt, gewisse Summen auf die Erhaltung der Bahn, der Betriebsmittel und Wagen verwendet werden müßten. Wer auch nur einigermaßen viel auf Eisenbahnen gereis't ist, wird sehr bald die Bemerkung gemacht haben, daß selbst häufig auf denjenigen Bahnen, welche eine bedeutende Dividende zahlen, und deren Actien sehr hoch stehen, sowohl die Bahnen, als auch die Locomotiven und die Wagen, in einem sehr schlechten Zustande befindlich sind, daß jede Bequemlichkeit fehlt, wenn man nicht in den Wagen erster Classe fahren will. Es ist dieß sowohl in England, als auch auf dem Festlande der Fall, und nur die auf Staatskosten angelegten nnd betriebenen Bahnen, die nicht von dem Gesichtspuncte des bloßen Gewinnes ausgehen, machen eine rühmliche Ausnahme davon.

Das Telegraphenwesen*).

Die schnelle Ausbreitung des Telegraphennetzes in England und Amerika, und die vortheilhafte Benutzung der electromagnetischen Telegraphen daselbst im öffentlichen Verkehr, lenkte bald auch die Aufmerksamkeit der deutschen Regierungen auf diese zum großen Theil deutsche Erfindung und gab Veranlassung, dieselbe ebenfalls zu Staats- und Privatzwecken in Anwendung zu bringen. Nachdem Oesterreich und Preußen schon seit mehren Jahren electromagnetische Telegraphen für öffentliche Benutzung hergestellt hatten, wurde zu Anfang des Jahres 1850 auch in Sachsen und in andern deutschen Ländern damit begonnen. Bei der im raschen Fortschreiten befindlichen Ausbildung des Telegraphenwesens, mußte die Frage, welches von den vielen, damals schon im Gebrauche befindlichen, telegraphischen Instrumenten, deren jedes seine besondern Vorzüge und Mängel hat, für die sächsischen Linien in Anwendung zu bringen, und welches System der Leitung zu wählen sei, in reifliche Erwähnung gezogen werden und war nicht leicht zu entscheiden.

Was die Apparate anlangt, so hatten die großen Vortheile, welche der Morse'sche Schreibapparat mit einem Schreibstifte gewährte und die dessen vielfache Anwendung in Amerika, Oesterreich, Preußen und andern Staaten veranlaßt hatten, die Aufmerksamkeit auf denselben gelenkt; doch entschied man sich endlich für den Doppelstiftapparat des bereits durch seine magnetoelectrischen Telrgraphenapparate rühm-

*) Dieser für den Eisenbahnbetrieb so wichtige Abschnitt ist aus einer trefflichen Arbeit des Hrn. L. Galle, Inspector der k. sächsischen Staatstelegraphen, im polytechnischen Centralblatte, Nr. 2, 1852, entlehnt.

lichst bekannten Mechanikus Stöhrer in Leipzig, weil dieser Apparat mit einem Leitungsdrahte Zeichen (Puncte und Striche) auf zwei verschiedenen Linien (durch Umkehrung des Stromes) hervorbringt und somit die Darstellung der Buchstaben, Ziffern und anderen Zeichen durch viel einfachere Combinationen jener Grundzeichen zuläßt, als es bei dem Morse'schen Einstiftapparate der Fall sein kann, und weil sich derselbe auch bereits durch seine Anwendung in Bayern als sehr zweckmäßig und vortheilhaft erwiesen hatte. Die specielle Beschreibung dieses Apparates, an dem in'sbesondere die Vorrichtung zum Umkehren des Stroms (der Commutator) und das Relais neu ist, folgt weiter unten.

Was die Leitung anlangt, so hatte man die Wahl zwischen überirdischen und unterirdischen. Ueber die Dauer der unterirdischen mit Guttapercha isolirten Leitungen lagen zwar noch nicht langjährige Erfahrungen vor, doch waren die vom Jahre 1847 bis 1850 in Preußen damit erhaltenen Resultate im Allgemeinen so befriedigend, dagegen die Wahl der oberirdischen wegen der durch Gewitter möglichen Störungen und Gefahren, wegen der geringen Dauer der hölzernen Stangen, ferner wegen leicht auszuführender Beschädigungen derselben und der Drähte u. s. w., so bedenklich, daß man sich für die unterirdischen entschied. Bei der unten folgenden Beschreibung der in Sachsen ausgeführten unterirdischen Leitungen, werden die mit denselben bis jetzt gemachten Erfahrungen ausführlicher mitgetheilt werden.

Der Doppelstiftapparat.

Der Doppelstiftapparat von Stöhrer besteht aus drei Haupttheilen, nämlich dem Commutator oder Tastenbrete A, dem Relais B und dem Schreibwerke C. Fig. 107 zeigt die Seitenansicht des

ganzen Apparates, das Schreibwerk C jedoch im Längendurchschnitte, Fig. 108 die obere Ansicht des Apparates, beide in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Größe, Fig. 109a die obere Ansicht und Fig. 110 die Seitenansicht des Commutators, Fig. 109 b einen Durchschnitt der Tasten nach der Linie XX in Fig. 109a, endlich Fig. 111 die Vorderansicht des Relais in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe.

In sämmtlichen Figuren sind gleiche Theile mit gleichen Buchstaben oder Ziffern bezeichnet.

Der Commutator (Fig. 109 und 110) besteht aus zwei messingenen Tasten a a_1, welche in den Charnieren b b_1 sich drehen und vorn durch darunter befindliche Federn c dergestalt emporgehalten werden, daß sie im ruhigen Zustande mit den hinteren Enden auf dem Messinggestelle d fest aufliegen, also in leitender Verbindung mit demselben stehen. Der Messinghebel e, welcher in dem Gestelle f sich dreht, wird durch die Stahlfeder h mit dem vorderen, aus Elfenbein bestehenden Ende g auf beide Tasten aufgedrückt, während die durch das hintere Ende geschraubte, kleine Feder i einen sehr geringen Zwischenraum zwischen sich und der darunter befindlichen Platinfeder k läßt. Unter den Tasten befindet sich eine Stahlfeder l (Fig. 109a und 109b), welche durch den Draht K fortwährend mit einem Pole (hier mit einem Kupferpole) der Batterie in Verbindung steht und nur dann mit der einen oder andern Taste in leitende Verbindung tritt, wenn dieselbe niedergedrückt wird. Der Zinkpol dieser Batterie ist durch den Draht Z fortwährend mit dem Gestelle d und daher auch mit beiden Tasten so lange leitend verbunden, als dieselben nicht niedergedrückt werden. Der Draht E ist einerseits mit dem Charniere b_1, also auch mit den Tasten, andererseits mit der Erdplatte, der Draht L einerseits mit dem Charniere b und der linken

Taste, andererseits mit dem Leitungsdrahte der Linie in Verbindung. Die Drähte **M** und **N**, von denen ersterer mit dem Gestelle f, des Hebels e, letzterer mit der Platinfeder **K** in leitender Verbindung steht, vermitteln bei Ausschluß des Apparats der Abgangsstation einen kürzern Weg nach dem Leitungsdrahte der Linie, wie weiter unten, mit Hülfe der Figuren 113 und 114, bei Beschreibung des Stromlaufes gezeigt werden wird.

Wenn eine der beiden Tasten niedergedrückt wird, so kommt dieselbe mittelst der Feder l in Verbindung mit dem Kupferpole der Batterie, während sie, wegen des gleichzeitigen Emporhebens von dem hintern Gestelle d außer Verbindung mit dem Zinkpole tritt; bei'm Niederdrücken der linken Taste wird der Kupferpol durch dieselbe mit dem Leitungsdrahte **L** der Linie verbunden, während der Zinkpol durch die unberührte rechte Taste mit der Erdplatte in Verbindung bleibt; bei'm Drücken der rechten Taste hingegen wird durch dieselbe die directe Verbindung des Kupferpoles mit der Erdplatte hergestellt und es bleibt der Zinkpol durch die ruhige linke Taste mit dem Leitungsdrahte der Linie verbunden.

Hieraus geht hervor, daß nur so lange der Strom durch die Hauptleitung geht, als eine Taste niedergedrückt ist, daß ferner die Richtung des Stromes entgegengesetzt ist, je nachdem die eine oder die andere Taste niedergedrückt wird, und daß ein durch die entfernte Station verursachter Strom in der Hauptleitung, nach dem Durchgange durch den Apparat, durch beide Tasten ungehindert zur Erdplatte gelangen kann. Auf die Verschiedenheit der Stromrichtung gründet sich die Construction des R e l a i s. Der Zweck dieser Vorrichtung ist, wie bei dem M o r s e'schen Einstiftapparate, der, durch den der Hauptleitung entlang kommenden schwachen Strom

eine neue, am Orte befindliche, beliebig starke Batterie (Localbatterie) in Wirksamkeit zu setzen, um damit das Schreibwerk in Thätigkeit zu bringen.

Das Relais besteht aus einem Electromagneten D, dessen Drahtumhüllung in die Hauptleitung eingeschlossen ist, oder einen Bestandtheil desselben bildet, so daß bei dem jedesmaligen Durchgange des electrischen Stromes durch die Hauptleitung die beiden aus reinem, weichem Eisen bestehenden, an den Enden umgebogenen Schenkel m m entgegengesetzte magnetische Polaritäten erhalten, die sich nach bekannten Grundsätzen bei Umkehrung des Stromes ebenfalls umkehren. Unmittelbar neben den freien Schenkelenden des Electromagneten sind zwei kleine parallelepipedische Eisenankerchen $o\, o_1$ in den messingenen, auf Elfenbeinunterlagen ruhenden Gestellen $F F_1$ mit feinen Zapfen um den Schwerpunct drehbar und so angebracht, daß sie von den Polen des Electromagneten resp. angezogen und abgestoßen werden können; in diesen kleinen Ankerchen $o\, o_1$ wird durch einen davor angeschraubten, ziemlich starken (in Fig. 111 weggelassenen) Stahlmagnet g, dessen Längenachsen etwas höher liegen, als die Zapfen (oder Schwerpuncte) jener Ankerchen, durch Vertheilung entgegengesetzter Magnetismus erzeugt, oder es werden dieselben ebenfalls in Magnete verwandelt. So lange nur ein electrischer Strom durch die Drahtumwindungen des Electromagneten geht, wird eins dieser Ankerchen oben von dem obern Eisenschenkel desselben angezogen, unten von dem untern Eisenschenkel abgestoßen, das andere Ankerchen hingegen oben abgestoßen und unten angezogen und das Umgekehrte wird bei umgekehrter Stromrichtung Statt finden, was unmittelbar aus dem Gesetze folgt, daß gleichnamige magnetische Pole sich abstoßen, und ungleichnamige sich anziehen. Der untere Schenkel des Elec-

tromagneten läßt eine metallische Berührung mit den Ankerchen $o\,o_1$ nicht zu, da dessen Ende mit einem kleinen isolirenden Elfenbeinringe umgeben ist. Das schnelle Loslassen der Ankerchen von dem obern Schenkel nach Oeffnung der electrischen Stromkette wird durch kleine Spiralfedern $n\,n_1$, welche durch die Schrauben $H\,H_1$ beliebig angespannt werden können, bewirkt; außerdem dienen die Schrauben I und I_1 dazu, die Gestelle $F\,G_1$ den Schenkeln des Electromagneten näher zu stellen, oder sie mehr von denselben zu entfernen. Es wird also während des Durchganges des electrischen Stromes durch die Leitung, und nur so lange, stets eins der Ankerchen $o\,o_1$ mit dem obern Eisenschenkel in leitender Verbindung sein, was, wie sogleich gezeigt werden wird, die Localbatterie und mit dieser das Schreibwerk in Wirksamkeit setzt.

In Fig. 113, 114 sind ohne Rücksicht auf den Maßstab diejenigen Theile des Apparates dargestellt, welche zur deutlichen Erklärung der Wirksamkeit desselben und zur Darstellung der Stromgänge erforderlich sind. In Fig. 113 ist das linke Ankerchen o, in Fig. 114 das rechte o_1 mit dem obern Schenkel des Relaiselectromagneten in leitender Verbindung; links ist für den vorliegenden Fall der Apparat der Abgangs-, rechts der der empfangenden Station angedeutet. Ein Pol (hier der Zinkpol) der Localbatterie q oder q_1 ist durch den Draht x oder x_1 in steter Verbindung mit den Eisenkernen des Relaiselectromagneten, während vor dem andern, hier dem Kupferpole, zwei Drähte, y und y_1, nach den beiden Electromagneten P und P_1 des Schreibwerkes führen; die anderen Drahtenden dieser Electromagnete sind mit den Relaisankern, und zwar P durch das Gestelle F_1 mit o_1, und P_1 durch das Gestelle F mit o in Verbindung. Ist nun nach Fig. 113 der

linke Relaisanker von dem oberen Schenkel des Electromagneten angezogen, so geht der positiv electrische Strom nach der einfach punctirten Linie in Richtung der Pfeile vom Zinkpole durch die Flüssigkeit zum Kupferpole, von da nach dem rechten Electromagneten P_1 des Schreibwerkes, dann durch das Gestelle **F** und den Relaisanker o in den obern Schenkel **m** des Relaiselectromagneten und aus diesem zurück in die Batterie. Ist hingegen nach Fig. 114 der rechte Relaisanker von dem obern Schenkel des Relaiselectromagneten angezogen, so geht der positive Strom vom Zinkpole durch die Flüssigkeit zum Kupferpole und von diesem durch den linken Electromagneten **P** des Schreibwerkes, dann durch das Gestell F_1 und den Relaisanker o_1 wieder in den obern Schenkel **m** des Relaiselectromagneten und aus diesem in die Batterie zurück.

Durch diese sinnreiche Anordnung wird es möglich, mit einer und derselben Localbatterie durch Benutzung des Stromes der Telegraphirbatterie in der Hauptleitung in entgegengesetzter Richtung, entweder den einen oder den andern Electromagnet des Schreibwerks in Wirksamkeit zu setzen. Auf welche Weise die Umkehrung des Stromes in der Hauptleitung erfolgt, ist schon oben angedeutet worden, soll jedoch hier mit Hülfe der Figuren 113 und 114 noch weiter ausgeführt werden. Fig. 113 zeigt den Stromgang und die Wirkung desselben, wenn auf dem Apparate der Abgangsstation (links) die rechte Taste gedrückt wird. Dann geht nämlich der positive electrische Strom der Telegraphirbatterie **R** vom Zink durch die leitende Flüssigkeit zur Kohle, von da nach der mit Punctstrichen bezeichneten Linie in Richtung der Pfeile nach der Feder l unter den Tasten, aus diesen in die rechte Taste a_1 bis zum Charnier b_1 und hierauf an dem Drahte **E** hinein in die Erd-

platte E_{11}. An der entfernten Station (Fig. 113 rechts) kommt der positive Strom wieder aus der Erdplatte E_{111} empor und geht durch den Draht E_1 in das Charnier b der linken Taste, aus dieser durch das Gestell d_1 in der rechten Taste bis zum Charnier b_1 derselben und aus diesem in den Leitungsdraht L_1 durch die Drahtumwindungen des Relais, wodurch der linke Relaisanker o vom Schenkel m angezogen und somit auf die oben beschriebene Weise die Localbatterie dergestalt geschlossen wird, daß der rechtsstehende Electromagnet P_1 des Schreibwerkes in Wirksamkeit tritt. Der electrische Strom geht aus den Drahtwindungen des Relais in die Hauptleitung und kehrt nach der Abgangsstation zurück, wo er die Windungen des Relaiselectromagneten durchläuft und hier ebenfalls durch Anziehen des linken Relaisankers die Localbatterie so schließt, daß der rechte Electromagnet P_1 des Schreibwerkes magnetisch wird. Aus dem Relais der Abgangsstation geht der electrische Strom vermittelst des Drahtes L in das Charnier b der linken Taste und aus letzterer in das Gestell d, welches durch den Draht Z mit dem Zinkpole der Telegraphirbatterie R in Verbindung steht.

Wird, wie in Fig. 114 (linke Seite) angedeutet ist, die linke Taste gedrückt, so geht der positiv electrische Strom durch die Feder l nach der linken Taste, aus derselben durch den Draht L in das Relais der Abgangsstation und zieht hier, da die Richtung des Stromes der in Fig. 113 angezeigten entgegengesetzt ist, den rechten Relaisanker an. Aus diesem Relais geht der Strom der Hauptleitung entlang nach dem Relais B_1 der entfernten Station, und bewirkt auch hier aus dem schon angeführten Grunde das Anziehen des rechten Relaisankers. Auf beiden Stationen tritt daher der linke Electromagnet des Schreibwerkes in Thätigkeit. Nach Aus=

tritt aus dem Relais B_1 gelangt der Strom durch den Draht L_1 in die rechte und linke Taste zur Erdplatte E_{111} sowie zur Erdplatte E_{11} der Abgangsstation, aus letzterer in die rechte Taste und durch das Gestell d und den Draht Z zurück zum Zinkpole.

Wenn bei'm Niederdrücken der Tasten beide Apparate gleichzeitig arbeiten sollen, so ist der Draht M (nach Fig. 113 und 114 linke Seite) in der Nähe des kleinen Hebels S unterbrochen, so daß der electrische Strom nicht von dem Leitungsdrahte L nach dem Gestelle f und dem Hebel e gelangen kann. Soll jedoch, wie es gewöhnlich der Fall ist, der Apparat der Abgangsstation nicht, sondern nur der der entfernten Station arbeiten, so wird der Hebel S um einen rechten Winkel gedreht, wodurch eine Feder s die Verbindung zwischen dem Drahte L und dem Hebel e mittelst des Drahtes M herstellt. Da nun während des Niederdrückens der einen oder andern Taste die kleine Schraube i mit der Platinfeder k in Verbindung kommt, so nimmt dann der electrische Strom, anstatt des weit längeren Weges durch das Relais, den kürzern Weg nach dem Hebel e und der Feder k, von wo aus derselbe durch den Draht N unmittelbar in die Hauptleitung gelangt.

Das Schreibwerk (Fig. 107 und 108) besteht aus zwei Electromagneten P und P_1, über deren jedem ein horizontal liegender Hebel (Schreibanker) in den Gestellen T und T_1 in senkrechter Ebene drehbar angebracht ist. Das über den Schenkeln jedes Electromagneten befindliche Ende des Hebels ist mit einem eisernen Querstücke versehen, welches, sobald der electrische Strom durch die Drahtwindungen geht, schnell angezogen wird, wodurch das andere, mit einem aufwärts stehenden Stifte versehene Ende des Hebels aufwärts schlägt und so lange oben bleibt, als der Electromagnet in Thätig-

keit ist. Die erwähnten Querstücke sind unten, wo sie auf den Electromagnet schlagen, mit Messing belegt, um den permanent gewordenen Theil des Magnetismus unschädlich zu machen und das sogenannte Ankleben der Anker zu vermeiden. Das Niedersinken des längern Hebelarmes mit dem Stifte nach dem Loslassen der Taste erfolgt theils durch die Wirkung der Schwere, theils durch die kleine Feder q oder q_1, welche durch die Schraube r resp. r_1 regulirt werden kann. Die Schrauben t t dienen zur nähern oder entfernteren Stellung der Schreibanker an die Schenkel der Electromagneten und die Seitenschrauben v v, deren spitze Enden in der Drehachse der Schreibanker stecken, zur Regulirung der Horizontalstellung derselben.

Den übrigen Theil des Schreibwerkes bildet eine Art Uhrwerk, welches durch ein an der Schnur w hängendes Gewicht bewegt wird und das hauptsächlich den Zweck hat, während des Anschlagens der Schreibanker einen $1\frac{3}{8}$ Zoll breiten Papierstreifen, der in großer Länge auf einer messingenen Rolle mit breiten Backen fest aufgewickelt ist, langsam unter der Walze U mit hohen Rändern und zwischen den mit Tuch belegten Walzen V und W hindurchzuführen. Die punctirt angegebene Rolle O steht mit ihren Lagerstellen auf einem hohlen hölzernen Kasten, welcher, wie in der Figur angegeben ist, gewöhnlich über das Relais zur Abhaltung von Staub 2c. gesetzt wird. Die Lagerzapfen der Walze V können durch die Schraube Y, die durch den festen Deckel r hindurchgeht und unter deren Kopfe eine horizontal liegende Feder von der Länge der Walze V sich befindet, beliebig fest niedergedrückt, also beide Walzen V und W mehr oder weniger fest aneinander gedrückt werden, damit der Papierstreifen bei'm Gehen des Uhrwerkes unter allen Umständen mit fortgezogen

wird. Die mit Backen versehene Messingwalze U hat auf ihrer Oberfläche zwei vertiefte kreisförmige Riefen, in welche die stumpfen Stifte der Schreibanker, welche erstere senkrecht unter der Achse dieser Walze liegen, einschlagen, sobald die anderen Enden der Schreibanker von dem Electromagneten angezogen werden. Jene Stifte dürfen die Walze U jedoch nicht gänzlich berühren, sondern müssen einen außerordentlich geringen Zwischenraum zwischen sich und der Walze lassen, was durch die Schraube 2, deren Fortsetzung den Stift bildet, sowie durch die obere Schraube t und die Seitenschrauben v v leicht regulirt werden kann. Wenn nun während des Ganges des Uhrwerkes, also während des Fortrückens des Papierstreifens, ein Schreibanker vom Electromagneten schnell angezogen wird und sogleich wieder los läßt, so schlägt der Stift 2 einen Punct in den Papierstreifen ein, welcher erhaben erscheint, bei länger dauernder Anziehung des Schreibankers bildet sich dagegen in gleicher Weise ein Strich. Jenes wird durch ein kurzes, dieses durch ein etwas länger dauerndes Niederdrücken der Taste des Commutators bewirkt. Je nachdem man nun die linke oder die rechte Taste niederdrückt, wird auch entweder der linke (untere) oder der rechte (obere) Schreibanker die Zeichen auf dem Papierstreifen hervorbringen, die in Folge der Stellung der Stifte auf zwei verschiedenen Linien erscheinen müssen. Diese Puncte und Striche und deren Combinationen auf zwei verschiedene Linien bilden die telegraphische Schrift. Die Messingplatte 3 (welche, sowie die Deckplatte r in der oberen Ansicht Fig. 108 nicht angegeben ist) dient zur Auflage des Papierstreifens, damit die Schrift nach dem Durchgange durch die Walzen V und W bequem abgelesen werden kann.

Bevor die Zusammensetzung der telegraphischen Zeichen angegeben wird, sollen hier noch einige Theile des Schreibwerkes beschrieben werden.

Der Hebel 4 dient zur gänzlichen Sperrung des Uhrwerkes, indem der Sperrhaken 5 sich in die Flügel 6 des Regulators einlegt und auf diese Weise den Gang des Werkes hindert; aber auch nach dem Ausrücken jenes Hebels kommt das Werk noch nicht von selbst in Gang, da in der Mitte der Regulatorwelle ein Holzcylinder 7 aufgesteckt ist, auf welchem die Messingbremse 8 aufliegt. An der Welle 9, welche die Bremse trägt, sind zwei Hebel 10 befestigt, von denen unter jedem Schreibanker einer sich befindet. Bei'm Niederschlagen eines der Schreibanker wird der darunter befindliche Hebel 10 durch die beliebig zu stellende Schraube u ebenfalls niedergedrückt, wodurch die Welle 9 ein Wenig gedreht und die Bremse gelüftet wird, so daß dann das Uhrwerk ungehindert fortgehen kann. An der Welle 9 befindet sich jedoch ein aufrechtstehender Hebel 11, an dessen oberem und unterem Ende eine um die Hauptwelle 13 fest herumgeschlungene Schnur befestigt ist; wenn die Schreibanker aufhören zu arbeiten, so wird durch die langsame Bewegung der Welle 13, der Hebel 11 und mit diesem die Welle 9 vermittelst der Schnur 12 wieder langsam nach links bewegt, bis sich die Bremse auf die Bremswelle aufsetzt und dadurch das Werk arretirt. Das Uhrwerk, und mit demselben der Papierstreifen, geht daher nur so lange fort, als die Schreibanker arbeiten, doch steht das Werk nicht augenblicklich still, sondern geht noch so lange fort, daß die letzten Zeichen aus den Walzen V W herauskommen und gelesen werden können. Das Werk ist indeß durch den Hebel 4 gewöhnlich ganz gesperrt und letzterer wird erst nach erfolgtem Anruf von der entfernten Station mit der Hand

ausgerückt; ebenso wird auch in der Regel während des Anrufens die Bremse mit der Hand schnell gelüftet, indem man den Hebel 11 ein Wenig nach rechts dreht, weil außerdem die ersten Zeichen sehr eng an einander zu stehen kommen, bevor die Trägheit der zu bewegenden Theile überwunden ist.

Noch bleibt die Beschreibung des mit dem Apparat verbundenen Weckers übrig. Derselbe besteht aus einer Glocke 16, mit darüber befindlichem Hebel 17, an dessen Ende der Hammer 18 befestigt ist. Sobald das Uhrwerk in Gang kommt, wird bei'm Umdrehen des Rades 19, durch den daran steckenden Stift 14, der Hebel 17 niedergedrückt, wodurch der Hammer 18 gehoben wird und bei'm Abgleiten des Stiftes vom Hebel auf die Glocke niederfällt. Das Schlagen des Hammers an die Glocke erfolgt daher, während der Apparat im Gange ist, bei jeder Umdrehung des schnell gehenden Rades 19 einmal. Wird jedoch der Schieber 15, auf welchem die Glocke mit dem Hammer befestigt ist, ein Wenig nach hinten geschoben, so kann der Hebel 17 von dem Stifte 14 nicht mehr erreicht werden und die Glocke hört auf zu schlagen. In der Regel bleibt die Glocke ausgerückt, weil das Niederschlagen der Schreibanker so stark geschieht, daß es selbst in einem Nebenzimmer deutlich gehört werden kann.

Das Alphabet und die übrigen Zeichen, welche mit dem Doppelstiftapparate gegeben werden, sind folgende:

a b c d e f g h i j k

— —• •— • • —•• ••

— —• • •— • •• •

l m n o p q r s t u v

• ••• — •• • • — •

•• ••• •• • •—• • • —

w x y z ch sch und ist

• • •—• ••— • • ••

• • • ••• ••— • ••••

der die das 0 1 2 3 4

• •• • — — —

—• — — • — • •• ••• — —

5 6 7 8 9 Punct Komma

• • — — — •••• — —

— — —•• • • —

Strichpunct Doppelpunct Fragezeichen Schlußzeichen Einschlußzeichen

— — — ••••••••• — — ••••••••

• • • — — — —

Anführungszeichen Anfang einer neuen Zeile.

— — — — —

••• • •

Das Wort „Telegraph" wird sich daher folgendermaßen zusammensetzen:

• • •— •• — •

• • •• • — • ••

Für den Apostroph wird der Buchstabe w (• •) benutzt.

In Bayern weichen einige Zeichen von den in Sachsen angenommenen ab; diese sind folgende:

c ç j x y ; ? !

• •— • ••• — — — •••• ••• •••

— — — • • • •

' (Apostroph) § = —

• • • • •• — — —

• • • • ••

Man sieht aus der Zusammenstellung dieses Alphabetes, daß für die am Häufigsten vorkommenden Buchstaben die einfachsten Zeichen gewählt worden sind, und es folgt aus der Natur des Doppelstiftapparates, daß die Zeichen für denselben weit einfacher sein können, als bei dem Einstiftapparate, bei welchem die Combinationen von Puncten und Strichen nur auf einer Zeile Statt finden können. Für den Doppelstiftapparat sind außer den bereits verwendeten Zeichen noch eine große Menge dispo-

e i a u
nibel, da vier Grundzeichen •   — zu zweien
•   —

16 mal, zu dreien 64 mal und zu vieren 256 mal combinirt werden können, was zusammen 340 Zeichen giebt, während bei'm Einstiftapparate die Grundzeichen 2, die Combinationen zu zwei 4, die Combinationen zu drei 8 und die zu vier 16, also zusammen 30 betragen, so daß hier noch Combinationen zu fünf (und sechs) zu Hülfe genommen werden müssen, um alle Buchstaben, Ziffern und andere erforderliche Zeichen geben zu können.

Nicht zu verkennen ist indeß, daß die in neuerer Zeit im Staatstelegrapheninstitut zu Wien, sowie von Siemens und Halske in Berlin und auch anderwärts gefertigter Einstiftapparate so vorzüglich gearbeitet sind, daß die zum Telegraphiren einer gewissen Anzahl Worte erforderliche Zeit nicht im Verhältniß größer ist, als die Zeichen complicirter sind, da an dem gegenwärtigen Doppelstiftapparate noch zu große Massen in Bewegung zu setzen sind und der öftere Stromwechsel größere Complicirtheit des Apparates bedingt, als wenn der Strom nur nach einer Richtung hin zu gehen hat. Die Schnelligkeit des Telegraphirens einer gewissen Wortzahl mit dem jetzigen Doppelstiftapparate verhält sich zu der mit

dem Einstiftapparate bei gleich geübten Telegraphisten etwa wie 4 : 3.

Ueber die Praxis des Telegraphirens und die Behandlung der Apparate, besonders bei vorkommenden Störungen, ist hauptsächlich Folgendes zu erwähnen:

Wenn eine Station von einer entfernten Station angerufen werden soll, so wird der Anfangsbuchstabe der anzurufenden Station dreimal gegeben; die Station Leipzig z. B. bekommt als Anruf drei l (˙.. ˙.. ˙..), worauf diese Station an ihrem Apparate den Sperrhebel 4 (Fig. 107) löſ't, mittelst des Hebels 11 die Bremse 8 hebt (um den Papierstreifen in Gang zu bringen) und sogleich das Verstandenzeichen (V ˙__) giebt. Dann beginnt das Telegraphiren. Zuerst erfolgt die Angabe des Ortes, woher die Depesche kommt, die Nummer derselben von der Aufgabestation, die Wortzahl, der Tariffsatz, Tag und Tageszeit der Aufgabe der Depesche, und sodann die Depesche selbst. Dieselbe wird in größeren oder kleineren Abtheilungen telegraphirt und zwischen denselben — wenn Alles verstanden worden ist — das Verstandenzeichen gegeben; im Fall des Nichtverstehens wird „geschüttelt", d. h. schnell hintereinander abwechselnd mit der rechten und linken Taste ein Punct gemacht, worauf dieser Theil wiederholt wird. Auch kann man, wenn nur eines der ersten Worte einer Abtheilung nicht deutlich zu lesen ist, dem Telegraphisten durch Schütteln „in's Wort fallen", um die Wiederholung der ganzen Abtheilung zu vermeiden. Der Papierstreifen mit jeder Depesche wird besonders aufgerollt, mit der Quittung des Empfängers umklebt und zum Nachweis aufbewahrt. Das Aufrollen der Papierstreifen geschieht mittelst

einer kleinen Winkelvorrichtung, die in Fig. 112 in ¼ der natürlichen Größe dargestellt ist. Das Gestelle dieser Vorrichtung ist von Holz, die geschlitzte, aus zwei Halbcylindern bestehende Welle von Messing und kann mit der Kurbel herausgezogen werden. Nachdem das Ende des Papierstreifens in die Welle eingesteckt ist, wird dieselbe gedreht und dabei der Streifen angezogen, so daß das Röllchen ganz fest wird. Hierauf wird die Welle herausgezogen und die Rolle verklebt.

Das Telegraphiren geht am Ruhigsten und Sichersten, wenn man den Daumen und Zeigefinger fest zusammendrückt und damit auf der linken, mit dem Mittelfinger hingegen auf der rechten Taste arbeitet. Das Aufschlagen auf die Taste muß bei den Puncten zwar kurz und präcis, doch auch mit der gehörigen Elasticität und nicht zu stark geschehen. Anfänger müssen sehr auf die Pausen zwischen den einzelnen Zeichen achten, weil fehlerhafte Angewohnheiten in dieser Beziehung schwerer auszurotten sind; in'sbesondere ist darauf zu sehen, daß bei den Buchstaben h (.. ˙), l (˙ ..), k (˙˙ .) und dem Worte „und" (. ˙˙) die Puncte gleiche horizontale Abstände haben und daß bei solchen Zeichen, in denen ein Punct unmittelbar hinter einem Striche folgt, z. B. im b (_ .), f (‾ ˙), letzterer sehr schnell hinter ersterem folge, weil sonst leicht Irrthümer eintreten können. Das Lesen telegraphischer Schrift ist schwieriger als das Schreiben derselben; doch wird ein geübter Telegraphist auch schlechte Schrift, bei der die horizontalen Abstände nicht gehörig beachtet sind, in der Regel leicht lesen können.

Ein kleiner Uebelstand bei dem oben angegebenen Alphabete besteht noch darin, daß die Zeichen für den Buchstaben c und die Ziffer 1 (‾.) und für den Buchstaben a und die Ziffer 0 (_) gleich sind. Diesem ist dadurch zu begegnen, daß man bei den Ziffern 1 (‾.) und 0 (_) die Striche recht lang macht; auch wäre es rathsam, anstatt des ‾. das bayersche _. zu nehmen.

Das Telegraphiren ist manchen Störungen unterworfen, was theils in der Batterie, theils in den Apparaten, theils in der Leitung an und für sich, oder in äußeren Einflüssen auf dieselbe seinen Grund haben kann. Diese Störungen können indeß so verschiedener Art sein, daß viel Erfahrung und ein richtiges Urtheil dazu gehört, dieselben schnell ausfindig zu machen und zu beseitigen. Wir wollen hier nur einige erwähnen.

Es ist bisweilen vorgekommen, daß der Hebel e am Commutator sich nicht leicht genug in seiner Achse drehte oder die Feder h zu schwach geworden war, was zur Folge hatte, daß die kleine Schraube i in steter Berührung mit der Feder k blieb und daher von der entfernten Station kein Ruf gehört werden konnte. Der von der entfernten Station kommende Strom geht dann nämlich nach Fig. 113 und 114 (rechts), anstatt des Relais, den nähern Weg durch den Draht N_1, die Feder k_1, den Hebel e_1 und den Draht M_1 nach den Tasten und der Erdplatte E_{III}. Ist der Apparat der empfangenden Station jedoch eingeschlossen, also der Draht M_1 getrennt, so kann dies nicht Statt finden, weil dann der ankommende Strom dennoch nur durch das Re-

lais gehen kann. Es muß daher bisweilen nachgesehen werden, daß die Schraube i nicht auf der Feder k aufliegt. Der Raum zwischen i und k darf indeß auch nicht zu groß sein, wenn man den Apparat der Abgangsstation nicht mitgeben lassen will, denn wenn die unter den Tasten befindliche Feder l eher von den Tasten berührt wird, als die Feder k von der Schraube i, so muß der electrische Strom anfänglich mit durch das Relais der Abgangsstation gehen, und zwar um so mehr, je stärker die Telegraphirbatterie ist.

Bemerkenswerth sind die bisweilen bei'm Telegraphiren vorkommenden, sogenannten Rückschläge, die darin bestehen, daß bei'm Loslassen der Taste der der andern Taste entsprechende Anker kurz anschlägt, was eine plötzliche Umkehrung des Stromes andeutet. Dies läßt sich, da diese Erscheinung nur bei solchen Leitungen, bei welchen ziemlich starke Ableitung des Stromes Statt findet, bemerkt wird, durch einen gleichgerichteten, inducirten Strom bei'm Loslassen der Taste erklären, der durch die ableitende Stelle hindurch den Draht erreicht und dann in umgekehrter Richtung durch den Apparat der Abgangsstation in die Erde geht. Alle metallischen Theile, durch deren Berührungspuncte oder Flächen der electrische Strom zu gehen hat, müssen rein und blank erhalten werden; dies gilt in'sbesondere von der unteren Fläche der Tasten, wo die Berührung mit der Feder l und dem Gestelle d Statt findet; ferner von der Berührungsstelle der Schraube i mit der Feder k, von welcher aus sich in kurzer Zeit ein schwarzer Anflug von Platinoryd (etwa von der in Fig. 114, linke Seite, durch punctirte Linien umgrenzten Form) bildet, von allen Charnieren und von dem obern Theile der Relaisanker o o_1. Letztere müssen außerdem sehr leicht in ihren Achsen drehbar sein und demgemäß

durch die Spiralfedern $n\,n_1$, sowie durch die Schrauben II_1 so gestellt werden, daß auch ein sehr schwacher Strom sie noch afficirt. Die Praxis lehrt hierin sehr bald das richtige Maß, sowie in der Entfernung des permanenten Magneten G. Bei sehr starkem Strome oder zu naher und leichter Stellung der Relaisanker werden bisweilen beide zugleich oben vom Electromagneten angezogen, weil dann die Wirkung des permanenten Magneten im Vergleich mit der des Relaiselectromagneten nicht stark genug ist. Bisweilen ist die Feder l unter der Taste zerbrochen gewesen, in welchem Falle die entfernte Station entweder gar keine, oder nur Zeichen mit einem Schreibanker erhalten konnte: es muß daher bei nicht erfolgendem Verständniß auch darauf geachtet und immer Vorrath an solchen Apparattheilen gehalten werden, welche am leichtesten einem Bruche ausgesetzt sind.

Zu den vierlerlei Ursachen, welche eine Störung oder Unterbrechung des Telegraphirens herbeiführen können, gehört auch die Lage und Beschaffenheit der Grundplatte; besonders muß darauf gesehen werden, daß dieselbe einerseits mit dem Erdleitungsdrahte, andererseits mit dem Grundwasser der Erde in dauernd gutleitender Verbindung stehe. Wenn mehre Telegraphenleitungen einen gemeinschaftlichen, nach der Grundplatte führenden Erddraht besitzen, so muß, wenn jene durch Einfrieren oder überhaupt durch Isolirung von der Erde unwirksam wird, der Strom von einer Leitung auf die andere übergehen, welcher Fall ganz kürzlich auf dem Bahnhofe zu Hof vorkam, wo die Leitungen des Bahn- und des Staatstelegraphen einen gemeinschaftlichen Erddraht besitzen und wo bei einer Reparatur am Brunnen die Grundplatte von den Arbeitern einstweilen aus dem Wasser herausgenommen und sorgfältig an die Luft gelegt worden war. Bei'm Telegraphiren auf dem einen

oder andern Apparate mußte hier natürlich der Strom, da derselbe an diesem Endpuncte nicht in die Erde gelangen konnte, in den andern Apparat und von diesem zur nächsten mit einer Grundplatte versehenen Station gehen, was zu eigenthümlichen Störungen Veranlassung gab.

Wenn bei'm Telegraphiren die Zeichen mangelhaft ankommen, z. B. Puncte wegbleiben oder sich zu Strichen zusammenziehen, so läßt man, bevor man zur Untersuchung des Apparates oder der Batterie schreitet, von der Außenstation abwechselnd mit beiden Ankern eine Reihe Puncte machen (Relaisprobe geben) und stellt zunächst die Relaisanker, was in der Regel ausreichend sein wird; seltener ist eine Correctur der Schreibanker oder der Schreibstifte mittelst der oben angegebenen Hülfsmittel nöthig. Die Correctur der Relaisanker wird um so öfter vorzunehmen sein, je schlechter die Leitung ist und namentlich je veränderlicher die ableitenden Stellen sind. —

Die Leitung.

Wie bereits im Eingange erwähnt worden, hatte man sich in Sachsen für die unterirdische, mit Guttapercha isolirte Leitung entschieden. Demgemäß wurde im Jahre 1850 das jetzt bestehende Telegraphennetz hergestellt, und zwar auf der Linie von Dresden nach Leipzig, zum Anschluß an die preußischen Linien nach Berlin, Frankfurt ꝛc., in den Monaten April bis Juni, auf der Linie von Leipzig bis Hof, zum Anschluß an die bayerischen Linien, in den Monaten August bis November, und von Dresden nach Bodenbach, zum Anschluß an die österreichischen Linien, in den Monaten August bis October. Auf letzterer Linie wurde zugleich ein Draht für den Bahntelegraphen und ein von Dresden auf die Festung

Königstein führender in die Erde eingelegt. Der Querschnitt der letzteren beiden ist in natürlicher Größe in Fig. 116, der bei den übrigen Linien in Fig. 115 dargestellt, wo die innere Kreisfläche den Kupferdraht, der äußere Ring die Guttapercha bezeichnet. Sämmtlicher Draht ist aus der Fabrik von Fonrobert und Pruckner, theils aus der von Elliot in Berlin. Im Allgemeinen liegt der Leitungsdraht im Bahnmittel der zwischen den genannten Orten hinführenden Eisenbahnen, außer an denjenigen Puncten, wo Weichen, Perron's oder andere Hindernisse es nöthig machten, seitwärts unter den Gleisen hinweg auf die Bahnkante herüber zu gehen. Die Tiefe der Drahtlage beträgt in leichteren Bodenarten 2 — $2\frac{1}{2}$ Fuß, in felsigem Boden dagegen 1 — $1\frac{1}{2}$ Fuß. Auf den von Holz construirten Bahnbrücken, wie auf der Elb- und Fluthbrücke bei Riesa, auf den Muldenbrücken bei Wurzen, ferner auf den Pleißenbrücken und anderen Viaducten zwischen Leipzig und Werdau u. s. w., ferner in den Städten Dresden und Leipzig, und zwar in ersterer bis zum Finanzhause, in letzterer bis zur Post, liegt der Draht in Holzrinnen, die aus zwei übereinander genagelten Pfosten gebildet sind und den in Fig. 117 dargestellten Querschnitt haben; auf mehren Bahnhöfen und in einigen Felseneinschnitten ist ein Drahtschutz von gefalzten und übereinander gelegten Holzplatten gebildet worden. Außerdem wurde der Draht an vielen kleineren Brücken und Durchlässen, wo derselbe nicht tief oder nicht sicher genug gelegt werden konnte, in eiserne Rohre eingezogen. In dem Tunnel bei Niederau, sowie auf einigen Viaducten und Futtermauern der Dresden-Bodenbacher Linie, ist derselbe in eine, in den Sandstein eingehauene Nuth eingelegt und mit Cement verdeckt. Auf der Dresden-Leipziger Linie besteht der Boden, in welchem der

Draht liegt, größtentheils aus Sand und Lehm, nur an wenigen Stellen aus Felsen, auf der Leipzig-Hofer Linie, zwischen Leipzig und Neumark, aus Sand, Lehm, Thon und rothem Todtliegendem und auf der zweiten Hälfte zwischen Neumark und Hof größtentheils aus Thonschiefer- und Grünsteinfelsen, endlich auf der Dresden-Bodenbacher Linie theils aus Lehm, theils aus Sandsteinfelsen und Abraum von Sandsteinbrüchen. Die Drähte wurden locker in den ausgehobenen Graben eingelegt und zunächst mit leichtem Boden bedeckt, um Quetschungen durch Steine zu verhüten, und die Enden der 600—1200 Fuß langen Drahtadern zusammengedreht, mit weichem Loth gelöthet und sodann mit einer gehörig warm gemachten Guttaperchaplatte dicht umwickelt.

Obgleich im Jahre 1850, als die für die sächsischen Telegraphenlinien erforderlichen Drähte angefertigt wurden, die Fabrication derselben schon sehr vervollkommnet worden war, so hatten dieselben doch noch manche Mängel, was in'sbesondere seinen Grund darin haben mochte, daß die Guttaperchafabriken um diese Zeit mit Bestellungen überhäuft wurden, und daß die damaligen politischen Verhältnisse eine schnelle Herstellung der Telegraphenlinien nothwendig erscheinen ließen. Diese Mängel bestehen in Folgendem:

1) Der Draht liegt nicht überall concentrisch in der Guttaperchahülle und ist daher an einigen Stellen nur mit einer sehr dünnen Schicht bedeckt.

2) Die Guttapercha ist bisweilen verdorben und nicht gehörig entwässert.

3) Dieselbe enthält zuviel Schwefel.

4) Der Schwefel ist oft bei zu hoher Temperatur beigemengt worden.

5) Der Kupferdraht war an den Enden der Drahtadern bisweilen sehr spröde und in Folge dessen brüchig.

Diese Mängel, welche bei der, der Drahtlegung vorausgehenden Prüfung auf Isolirungsfähigkeit nicht erkannt werden konnten, haben zur nächsten Folge, daß die Guttapercha Blasen und eine große Anzahl feiner Poren erhält, daß der Schwefel der zu sehr erhitzten Stellen mit dem Kupfer eine chemische Verbindung durch Bildung von Schwefelkupfer eingeht, dieses aber wieder mit der Guttapercha zu einer dunkelbraunen, spröden, nicht mehr isolirungsfähigen Masse sich verbindet. Die letzte Folge der unter 1 — 4 angeführten Mängel ist mangelhafte Isolirungsfähigkeit, welche da, wo der Kupferdraht excentrisch in der Hülle liegt, oder überhaupt an Leitungen mit schwachem Guttaperchaüberzuge, (wie theilweise auf der Dresden-Bodenbacher Linie) sich am Früheſten zeigen muß. Der unter Nr. 5 angegebene Fehler äußert sich indeß auf höchst störende Weise dadurch, daß die brüchigen Stellen, die ursprünglich noch zusammenhingen oder durch die Guttapercha zusammengehalten wurden, später durch Temperatureinflüsse, Erschütterungen, Veränderung der Kupferoberfläche 2c. zeitweilig oder für immer sich trennen, was die Auffsuchung einer solchen Stelle ungemein erschwert, und dies um so mehr, in je kürzeren Zeiträumen dieses Auseinander- und Zusammengehen erfolgt.

Die Prüfung der Drahtadern vor der Verlegung geschah dadurch, daß die zu prüfende Ader an einem Ende mit einer Batterie und einem feinen Galvanometer in Verbindung gebracht und in einen Wasserbottich so gelegt wurde, daß das freie Ende derselben aus dem Wasser emporragte und in der Luft isolirt war, während der andere Pol der Batterie mit der Flüssigkeit im Bottiche in leitender Verbindung stand. Da auf diese Weise die electrische Kette geöffnet war, so konnte nur dann eine Ablenkung am

Galvanometer Statt finden, wenn der Guttapercha-überzug irgendwo eine undichte Stelle hatte, durch welche hindurch ein Zurückkehren des electrischen Stromes nach dem andern Pole der Batterie möglich war. Die undichte Stelle wurde dann dadurch ausgemittelt, daß der Draht nach und nach durch das Wasser gezogen wurde.

Was nun die Dauer der Guttapercha in den verschiedenen Lagen betrifft, so ist zunächst zu bemerken, daß dieselbe, der Luft ausgesetzt, sehr bald spröde uud brüchig wird, was besonders schnell vor sich geht, wenn auch das directe Sonnenlicht darauf wirken kann. Diese Veränderung der Guttapercha hat sich auch bereits da, obschon in sehr geringem Maße, gezeigt, wo der Draht in freiliegenden Holzrinnen eingeschlossen ist, also auf allen Holzbrücken, meist jedoch nur in der Nähe der Stoßfugen der Pfosten. Dieses Sprödewerden der Guttapercha dürfte in längerer oder kürzerer Zeit auch da eintreten, wo der Draht in geringer Tiefe trocken liegt, also in den meisten Felseneinschnitten; bei nasser Drahtlage wird dies nicht der Fall sein, da nach den bisherigen Erfahrungen das Wasser die Guttapercha sehr gut erhält, sofern dieselbe nicht vom Anfang an beschädigt ist, oder so lange nicht die oben erwähnte Verbindung von Schwefelkupfer und Guttapercha bis zur Oberfläche der letztern dringt, in welchem Falle dann das Wasser einen um so nachtheiligern Einfluß ausüben muß. Aehnlich ist es mit dem Cementschutze, in welchem die Guttapercha sich ebenfalls sehr gut erhält, der aber bei ursprünglich schlechter Isolirung um so nachtheiliger einwirkt, als derselbe selbst in ganz trockenem Zustande die Electricität gut leitet. In den verschiedenen Bodenarten hat die Guttapercha eine merkliche Veränderung nicht erlitten, außer bisweilen in Lehm und Thon, wo dieselbe mehrmals mit einer schwar-

zen abfärbenden Substanz umgeben aufgefunden wurde, was eine Auflösung anzudeuten scheint. Daß im Allgemeinen die Isolirungsfähigkeit der Guttapercha abgenommen hat, beweis't der Umstand, daß zum Telegraphiren von Leipzig nach Dresden, nach Vollendung der Linie, 11 Bunsen'sche (Zinkkohlen-) Elemente von 8 Zoll Höhe und 3½ Zoll Durchmesser ausreichten, während diese Elementenzahl nach und nach bis auf 22 hat erhöht werden müssen; ebenso ist auf der Linie von Leipzig nach Hof eine Vermehrung der Bunsen'schen Elemente von 24 bis 36 (entsprechend 48 Daniell'schen) nach und nach nöthig geworden; die Ursache davon ist nicht in einzeln ableitenden Stellen, sondern, wie specielle Untersuchungen gezeigt haben, in allgemeiner, ziemlich gleichmäßig sich vertheilender Abnahme der Isolirungsfähigkeit der Guttapercha zu suchen.

Vergleichende Uebersicht über den Bau der wichtigern deutschen Eisenbahnen, besonders in Beziehung auf Verhältnisse und Preise des Oberbaues und der Hochbauten*).

1. Wien-Triester Bahn.

Querschwellen von Eichen- und Lärchenholz, 7 Fuß 6 Zoll lang, 6 Zoll dick, oben 6 Zoll und unten 1 Fuß breit.

Für den Oberbau Stuhlschienen, für hölzerne Brücken und Ausweichungen breitfüßige (T) Schienen. Länge derselben 17½, auch 15 Fuß.

Gewicht der Schienen pro laufenden preuß. Fuß 14—14½ preuß. Pfunde.

---

*) Entlehnt aus v. Reden's Eisenbahnjahrbuch. Zweiter Jahrgang.

Preis der Schienen, $6\frac{2}{3}$ Thlr. für den preuß. Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn aus österreichischen Fabriken.

Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühle, in welchen die Schienen mittelst eiserner Keile befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Bedeutende Aufdämmungen und Felseneinschnitte; Uebergang über den Semmering; hohe Mauer bei Kafenberg; große Stütz- und Wandmauern bei Elisenruhe, Uebelstein und Frohnleiten; mehre bedeutende Brücken über die Mur; Badlwand. — Tunnel bei St. Egidy (70 Klafter lang); Viaduct über das Pestnitzthal, 340 Klafter lang, 11 Klafter hoch; Tunnel durch den Leitersberg in der Nähe von Marburg (370 Klafter lang); Brücke über die Drau bei Marburg (amerikanische Construction, 88 Klafter lang, 10 Klafter hoch, enthält nur zwei Pfeiler); Tunnel bei Kerschbach (120 Klafter), am Kreuzberge (100 Klafter) und bei Lippoglaco (120 Klafter lang); Viaduct bei Poniggl; Brücken über die Sann und Sau; Tunnel bei Modritsch (70 Klafter lang), Steinbrück (40), Saudörfl (80), Prustnik (140), Poganek (60 Klafter lang); sehr bedeutende Felseneinschnitte.

2. Wien-Gloggnitz mit drei Zweigbahnen.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 12 Zoll breit und 4 Zoll dick, auf diesen Langschwellen, 12 bis 16 Fuß lang, 9 Zoll breit und 4 Zoll dick.

Für die Hauptbahn und die Zweigbahnen Schienen von der Form des umgekehrten lateinischen T; für die Seitenbahnen auf den Bahnhöfen Flachschienen. Die Länge der T Schienen ist 16 Fuß, ihre Breite an der Basis $3\frac{5}{6}$ Zoll und an der obern oder untern Tragfläche mit abgerundeten Ecken 2 Z.;

ihre Höhe beträgt $3\frac{1}{2}$ Zoll; der schwächste Theil an der Rinne $6\frac{1}{2}$ Linie.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß, $14\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen 9 Thlr. für den preuß. Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn, aus österreichischen Fabriken.

Befestigung der Schienen auf der Schwelle. An den Stößen ruhen die Schienen in eisernen Chairs und sind durch das Uebergreifen des Schraubenkopfes, dem noch eine eiserne Platte untergelegt ist, darauf festgehalten. Zur Befestigung des mittelsten Theils hat die Schiene an der Kante ihrer Basis kreisrunde Kerben für die Schrauben.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke. Auf der Hauptbahn mehre lange Dämme bis zu 45 Fuß Höhe, Einschnitte bis zu 36 Fuß Tiefe; Tunnel durch den Katzbüchel im Weingebirge nächst Gumpoldskirchen; Länge desselben 87 Klafter; lichte Höhe 24, Weite 28 Fuß. An Brücken und sonstigen Bauwerken sind im Ganzen 454 ausgeführt worden, von welchen die über mehre Chausseen und Straßen, über den Aubach bei Baden und über die Schwarza in Gloggnitz die bedeutendsten sind.

Auf den Zweigbahnen waren wegen des günstigen Terrains weder große Erdarbeiten, noch bedeutende Brückenbauten erforderlich.

3. Kaiser-Ferdinands Nordbahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 6 Zoll dick, 1 Fuß breit.

Für den Oberbau. Stuhlschienen; Länge derselben 16 Fuß. Auf der Donaubrücke liegen Flachschienen auf eichenen Langwellen.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß $14\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen, 10 Thlr. für den preuß. Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn, theils aus englischen, theils aus österreichischen Fabriken.

Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Durch gußeiserne Stühle, in welchen die Schienen mit eisernen Keilen befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke 2c. Mehre bis 35 Fuß hohe Dämme und bis 28 Fuß tiefe Einschnitte. Von den Brücken sind die bedeutendsten: Die beiden Brücken über die Donau von resp. 225 und 90 Klafter Länge, die Uebersetzung des Zayn-Inundationsthales, der Uebergang über die Schwarzawa bei Pausram und bei Brünn über die March. Die Brücke über die Beczwa 60 Klafter lang und über die Wisternitz.

4. Ollmütz-Prag-, sowie Brünner Flügelbahn.

Eichene Querschwellen, 7 Fuß 6 Zoll lang, 6 Z. dick, oben 6 Zoll und unten 1 Fuß breit.

Für den Oberbau Stuhlschienen, für hölzerne Brücken und Ausweichungen breitfüßige (T) Schienen; Länge derselben $17\frac{1}{2}$ und 15 Fuß.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß $14-14\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. $6\frac{2}{3}$ Thlr. für den preuß. Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn aus österreichischen Fabriken.

Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühle, in welchen die Schienen mit eisernen Keilen befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke 2c.

Olmütz-Prag. Mehre lange, bis 7 Klafter hohe Dämme und bis 10 Klafter tiefe Einschnitte. Brücke über die March bei Norawiczan, Tunnel bei Budigsdorf (77 Klafter lang), bei Treibitz (280

Klafter lang), bei Chotzen (131 Klafter lang); 6 Brücken über den stillen Adlerfluß (141 Klafter lang); Viaduct über die Trebowka; Viaducte bei Wale, bei Elbeteinitz und Aural, Felseneinschnitte bei Elbeteinitz und Kollin. — Auf der Brünner Flügelbahn ist die schwierigste Strecke zwischen Brünn und Blansko, indem hier auf 3 Meilen Länge, außer bedeutenden Felseinschnitten, 10 Tunnel im Urgebirge, in einer Gesammtlänge von 902 Klaftern, vorkommen.

5. Prag-Dresdner Bahn.

Eichene Querschwellen, 7 Fuß 6 Zoll lang, 6 Zoll dick, oben 6 Zoll und unten 1 Fuß breit.

Für den Oberbau Stuhlschienen, für hölzerne Brücken und Ausweichungen breitfüßige (T) Schienen. Länge derselben $17\frac{1}{2}$ und 15 Fuß.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, $14-14\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. $6\frac{2}{3}$ Thlr. für den preuß. Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn aus österreichischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühle, in welchen die Schienen mit eisernen Keilen befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Großer Viaduct bei Prag, der, 580 Klafter lang, mit 85 Bogenstellungen, vom dortigen Bahnhof in nördlicher Richtung über Karolinenthal bis zum Dorfe Bubna am linken Ufer der Moldau führt. Der Viaduct vom Bahnhof an, bis zum Ufer des ersten Mühlarms, wird 51 Bogen, die Brücken über drei Mühlarme und die Viaducte über die dazwischenliegenden Inseln werden 13 Bogen, die Brücke über den Moldauarm 3 Bogen, der Viaduct über die Hetzinsel 13 Bogen und die 535 Fuß lange Brücke über den Hauptstrom 5 Bogen haben. Auf der weitern

Bahnlinie kommen am Moldau- und Elbufer sehr viele Felseinschnitte vor; von diesen befinden sich die bedeutendsten bei den Dörfern Podbaba, Selk und Rostok.

6. Prag-Lahna-Bahn.

Auf $\frac{2}{3}$ der Bahn Sandsteinquadern von 2—5 Fuß Länge, 15 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe; auf $\frac{1}{3}$ derselben kieferne und tannene Unterlagsschwellen auf Querschwellen.

Für den Oberbau Flachschienen.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, 6—8 preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. $6\frac{2}{3}$ Thlr. für den preuß. Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn, aus österreichischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Chairs, welche durch eiserne Nägel auf den Langschwellen befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Bauwerke sind unbedeutend.

7. Linz-Budweis-Gmunden-Bahn.

$\frac{6}{7}$ zöllige Langschwellen, welche von Klafter zu Klafter mit Querschwellen verbunden sind, letztere auf Steingestück fundamentirt. Theilweise Sandsteinquadern.

Für den Oberbau. Flachschienen, 9 Schuh lang, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, $4\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. $6\frac{2}{3}$ Thlr. der preußische Centner, incl. aller Kosten bis auf die Bahn, aus österreichischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Chairs, welche durch eiserne Nägel auf den Langschwellen befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Dämme bis 60 Fuß Höhe, Felseneinschnitte bis 27 Fuß Tiefe. Von den 214 Brücken sind die Malschbrücke bei Budweis, 22 Klafter lang, und die Traunbrücke bei Lambach die bedeutendsten.

8. Berlin-Potsdam-Magdeburg-Bahn. Berlin-Potsdam. Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 12 Zoll breit, 6 Zoll hoch. Der Preis einer Querschwelle ist 22½ — 29¾ Sgr. gewesen. Potsdam-Magdeburg. Eichene Querschwellen, 8 — 9 Fuß lang, 10 — 12 Zoll breit, 6 Zoll hoch. Preis einer Querschwelle 1½ Thlr.

Für den Oberbau. Berlin-Potsdam. Stuhlschienen, 15 F. lang. Potsdam-Magdeburg. Stuhlschienen, Länge derselben 16 — 20 Fuß, Höhe 4½ Zoll, untere Breite 4 Zoll.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß. Berlin-Potsdam, 15 preuß. Pfunde. Potsdam-Magdeburg, 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. Berlin-Potsdam. 6 Thlr. für den preuß. Centner, mit Einschluß aller Kosten bis auf die Bahn, aus englischen Fabriken. Potsdam-Magdeburg. 2⅗ Thlr. für den preußischen Centner frei an Bord in England, aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in den Stühlen durch in der äußern Seite eingetriebene, eiserne Keile befestigt, während zur Befestigung der Stühle eiserne Schrauben mit Muttern benutzt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Auf der Berlin-Potsdamer Bahnstrecke sind nicht erhebliche Schwierigkeiten gewesen; die bedeutendsten Abträge haben 33 und 28 Fuß größte Tiefe und 300 Ruthen Länge. Die Brücken über die drei Ar-

me der Nuthe bei Potsdam sind zusammen etwa 380 Fuß lang.

Auf dem Potsdamer-Magdeburger Bahntheile sind die Dammschüttungen durch Sumpfboden, von denen einige mehrmals nachsanken, sehr bedeutend; die Einschnitte dagegen nur unerheblich. Den kostspieligsten Theil aller Bauwerke bilden die zahlreich erforderlichen bedeutenden Brücken, von denen die über die Havel bei Potsdam und über die Elbe bei Magdeburg die bedeutendsten sind.

9. Berlin-Hamburg-Bahn.

Eichene Querschwellen, $7\frac{3}{4}$ — $9\frac{2}{3}$ F. lang, 10 bis 12 Zoll breit und 6 Zoll stark. Preis derselben $28\frac{2}{3}$ Sgr. bis 1 Thlr. $12\frac{1}{2}$ Sgr.

Für den Oberbau. Sogenannte Vignoles (umgekehrte T)-Schienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, $22\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. frei an Bord in England, aus dortigen Fabriken; bei einer spätern Lieferung 3 Thlr. 26 Sgr. frei in Hamburg.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Befestigung der Schienen geschieht mittelst Hakennägeln; außerdem werden sie an den Stößen verkuppelt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind, mit Ausnahme der Strecke im Lauenburgischen, nicht bedeutend. Von der großen Anzahl Brücken (320) sind die über die Spree bei Charlottenburg (6 Bogen, eiserne Drehklappe), über den Elsgraben (47 l. F.), im Inundationsgebiete von Spandow (11 Oeffnungen à 40 Fuß), über die Havel bei Spandow, über den Graben im havelländischen Luche (3 Oeffnungen à 18 Fuß), über den Rhincanal unweit Friesack (3 Oeffnungen à 18 F.), über die Schwenza bei Neustadt (3 Oeffnungen à

24 Fuß), über die Dosse bei Neustadt, über die Jüglitz (3 Oeffnungen à 32 Fuß), über das Freiwasser der Karthane bei Wilsnack (2 Oeffnungen à 30 F.), über die Karthane (40 Fuß), über die Stepnitz (6 Oeffnungen à 40 Fuß), über den Herzschen Canal bei Wittenberge (50 Fuß), Brücke über die Löcknitz (2 Oeffnungen à 45 Fuß), über die Elde bei Grabow (3 Oeffnungen à 27 Fuß), über den Eldecanal bei Grabow (2 Oeffnungen à 18 und 24 Fuß), über die große Suda (3 Oeffnungen à 22 Fuß), über die Schaale (3 Oeffnungen à 30 Fuß) und 7 Brücken über die Bille die erwähnenswerthesten.

10. Berlin-Anhalt-Bahn.

Querschwellen von Kiefernholz pro Stück 20 bis 22 Sgr., 8—9 Fuß lang.

Für den Oberbau, zum ersten Gleise Stuhlschienen; zum zweiten später gelegte Vignoles (umgekehrte T) -Schienen; Länge derselben 16—18 Fuß.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. 3—$3\frac{2}{6}$ Thlr. für den preußischen Centner frei bis Hamburg, aus englischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Zur Befestigung der Stuhlschienen sind hölzerne, auf der äußern Seite eingetriebene Keile angewendet, zur Befestigung der Vignolesschienen Hakennägel.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind unbedeutend, denn die Dämme erreichen keine größere Höhe als 16 Fuß; ebenso haben die Einschnitte keine größere Tiefe. Von den 185 Brücken sind die bedeutendsten: über das Hammerfließ (60 Fuß), über die Nuthe (85 F.), Fluthbrücke durch das Elb- und Muldethal (900 Fuß), über die Mulde bei Dessau (400 Fuß). Die Elbbrücke bei Roßlau war schon vorhanden und wird

von der Gesellschaft gegen Entrichtung eines Zolles benutzt.

11. Magdeburg-Leipzig-Bahn.

Bei'm ersten Gleise 15 Fuß lange, kieferne Langschwellen, auf eichenen Querschwellen ruhend; bei'm zweiten Gleise eichene Querschwellen, 8—9 F. lang, 9 Zoll breit und 6 Zoll dick. Preis einer 9 Fuß langen Schwelle 1 Thlr. 9 Sgr. 11 Pf.; einer 8 Fuß langen 29 Sgr. 11 Pf.

Für den Oberbau, zum ersten Gleise Brückformschienen (bridgerail); zum zweiten Vignoles (umgekehrte T) -Schienen; $3\frac{1}{4}$ Zoll hoch, $3\frac{7}{8}$ Zoll unten breit.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, Brückformschienen 14 Pfund; Vignolesschienen 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schiene. $2\frac{4}{5}$ Thlr. für den preuß. Centner frei in Hamburg, aus englischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Brückformschienen sind mittelst gußeiserner Verbindungsstühle und Holzschrauben befestigt; die Vignolesschienen mittelst Hakennägel und Unterlageplatten. An den Stößen kurze Langschwellen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke 2c. Die Dammarbeiten sind im Ganzen unbedeutend; die größte Höhe beträgt 30 Fuß, der bedeutendste Einschnitt hat eine Tiefe von $18\frac{1}{2}$ Fuß. Mit Ausnahme des Bahnhofes zu Magdeburg, welcher gleichsam im Elbbette begründet werden mußte, und der Brücke über die Saale bei Gritzena ($137,_{96}$ Ruthen lang), waren keine Bauwerke von Bedeutung erforderlich.

12. Magdeburg-Halberstadt-Bahn.

Eichene Querschwellen 8 bis 9 Fuß lang, 9 Z. breit und 6 Zoll dick.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte

T) =Schienen, $3\frac{1}{4}$ Zoll hoch, $3\frac{7}{8}$ Zoll unten breit und 15 Zoll bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $2\frac{4}{5}$ Thlr. für den preußischen Centner frei in Hamburg, aus englischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten, Hakennägel, Oberbleche, Holzschrauben; an den Stößen ruhen die Schienen auf fünffüßigen Langschwellen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten und Brückenbauten sind höchst unbedeutend; die größten Brücken führen über die Bode und Holzemme.

13. Thüringische Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9 — 10 Z. breit, 5 — 6 Zoll dick; Stoßschwellen, 10 Fuß lang, 14 Zoll breit und 6 Zoll hoch.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T) =Schienen, 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde. Erste Lieferung im Jahre 1844 von 3500 Tons. Zweite Lieferung im Jahre 1845 von 8400 Tons 22 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Erste Lieferung 2 Thlr. 25 Sgr. für den preuß. Centner frei bis zum Schiff, aus englischen Fabriken. Zweite Lieferung $3,_9$ Thlr. unter denselben Verhältnissen.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Querschwellen mittelst Hakennägel; auf den Stoßschwellen werden außerdem Platten angewendet. Wegen größerer Sicherheit des Stoßes sollen an denselben 8 Zoll lange Backen angebracht und durch Schrauben in die Höhlungen der Schienen eingepreßt werden.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erd- und Felsenarbeiten sind sehr bedeutend. Aufträge bis zu 72 Fuß hoch (bei Apolda), Einschnitte bis gegen 63 Fuß tief. Von den vielen erforderlichen Brücken und Bauwerken sind erwähnenswerth: eine über die Elster (8 Bogen â 40 Fuß), 9 Brücken über die Saale (zusammen 57 Bogen zu 30—50 Fuß Weite), zwei Brücken über den Gotthardsteich bei Merseburg (à 30 Fuß Weite), 11 große Fluthbrücken für das wilde Wasser der Elster und Saale (74 Bogen à 30 bis 45 Fuß weit); Futtermauern bei Lengefeld, Saaleck und Weißenfels; 4 Ilmbrücken; 3 Ilmdurchstiche. Viaducte bei Apolda, Gaberndorf und Hochstedt; bei Ulla Aquaduct; 1 Gerabrücke mit Bogen; 2 Gerabrücken; 3 Hörselbrücken; Viaduct bei Gotha; Aquaduct für den Leinecanal; Brücke über die Werra; 3 Brücken über die Hörsel; Brücke über den Mühlgraben bei Eisenach mit eisernem Oberbau; Futtermauer an der Hörsel mit Durchstich.

14. Berlin-Stettin-Stargard-Bahn.

Kieferne Querschwellen, $7\frac{3}{4}$ bis $9\frac{3}{4}$ Fuß lang, 10—12 Zoll breit, $6\frac{1}{2}$ Zoll dick.

Preis pro Stück 21 Sgr. bis 1 Thlr. 4 Sgr. 2 Pf.

Für den Oberbau Vignoles- oder umgekehrte T Schienen, 18 Fuß lang, $2\frac{11}{12}$ Zoll hoch, am Fuße $3\frac{2}{3}$ Z., oben 2 Z. und in der Mitte 10 Linien breit.

Gewicht der Schienen. Berlin-Stettin per laufenden preuß. Fuß 17 — $17\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde. Stettin-Stargard 19—20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 3 Thlr. frei an Bord in England, $4,_{35}$ Thlr., mit Einschluß aller Kosten bis Berlin, für den preuß. Centner.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Erdarbeiten sehr bedeutend; Aufschüttungen von 40

bis 50 Fuß mehrfach; den Damm über den Finow-canal bei Neustadt ist sogar 74 Fuß hoch, die Dämme diesseits und jenseits des Randowflußes in Moor und Wiesen $1\frac{3}{4}$ Meilen lang. Bedeutende Einschnitte und Abträge in der Nähe Stettins, bei Marienhof, Pommersdorf und Chorinchen 30—40 Fuß tief, $\frac{1}{4}$ Meile lang. Die bedeutendsten Brücken führen über die Finow 42 Fuß hoch, Schwärze 49 Fuß hoch, Pechbach, Buckowgraben, Landgraben. Auf der Fortsetzung Stettin-Stargard sind die Aufträge durch das Bruch zwischen Stettin und Damm, sowie die Brücken über die Oder und deren Arme sehr bedeutend.

15. Stargard-Posen-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8—9 Fuß lang, 9 bis 12 Zoll breit, 6 Zoll dick; Preis für die Stoßschwellen 1 Thlr. 15 Sgr., für die kurzen Schwellen 1 Thlr. 3 Sgr.

Für den Oberbau, Vignoles (oder umgekehrte T)-Schienen 15—18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $22\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Aus England, in Stettin versteuert an Bord, 5 Thlr. 16 Sgr. bis 5 Thlr. 24 Sgr. für den preuß. Centner.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlagplatten und Hakennägel.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind nicht unbedeutend; die größten Brücken führen über die Netze bei Driesen, über die Warthe bei Wronke und über die Drage.

16. Berlin-Königsberg-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8—9 Fuß lang, 9 bis 12 Zoll breit, 6 Zoll dick. Preis für die Stoßschwellen 1 Thlr. 15 Sgr., für die kurzen Schwellen 1 Thlr. 3 Sgr.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T)-Schienen, 15 — 18 Fuß lang.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß, 22½ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Aus England, in Stettin versteuert an Bord, 5 Thlr. 16 Sgr. bis 5 Thlr. 24 Sgr. für den preuß. Centner.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Das bedeutendste Bauwerk ist die Ueberbrückung der Weichsel und Nogat bei Dirschau und Marienburg, deren Kosten auf 4¾ Millionen Thaler veranschlagt sind. — Die Erdarbeiten werden ziemlich bedeutend sein, indem das Terrain der vielen Flußthäler wegen, sehr wellenförmig ist. Außerdem werden an bedeutenden Brückenbauten, in der Richtung von Berlin über Cüstrin, Bromberg nach Dirschau auszuführen sein: über die Oder, Warthe, Drage, Küddow, Brahe, Schwarzwasser, Montau und Ferse.

17. Niederschlesisch-Märkische-Bahn.

Berlin-Frankfurt. Die kiefernen Langschwellen sind 6 Zoll hoch, 7 Zoll breit, 16 Fuß lang und ruhen auf Querschwellen, die 13 — 18 Zoll stark sind. Frankfurt-Breslau nebst Zweigbahn nach Görlitz. Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 6 — 10 Zoll stark im senkrechten Durchschnitt oder halbrund 12½ Zoll im Durchmesser. Unter den Stößen sind auf der Bahnstrecke Breslau-Bunzlau Langschwellen 5½ Fuß lang, 6 und 12½ Zoll im senkrechten Durchschnitt oder halbrund 14 Zoll im Durchmesser stark angewendet; da sich indessen die erwarteten Vortheile nicht herausgestellt haben, die Anlagekosten aber vermehrt wurden, so ist bei den andern Abtheilungen das Querschwellensystem ausschließlich zur Anwendung gebracht worden.

Die Preise der Quer- und Langschwellen stellten sich resp. auf 1 Thlr. 5 Sgr., 1 Thlr. 3 Sgr. und 1 Thlr.

Für den Oberbau Holzschienen (bridgerail), 16 Fuß lang. Vignoles (oder umgekehrte T)-Schienen, 15—18 Fuß lang, $3\frac{1}{4}$ Zoll hoch und $2,_4$ Zoll im Kopfe breit.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $15-16\frac{2}{3}$ und $18,_6$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Aus England, in Stettin versteuert an Bord 5 Thlr. 16 Thlr. bis 5 Thlr. 24 Sgr. für den preuß. Centner. Erste Lieferung im Jahre 1843 6003 Tons 1 Thlr. $23,_{55}$ Sgr. frei an Bord in Cardiff, aus engl. Fabriken. Zweite Lieferung im Jahre 1844 13763 Tons 2 Thlr. $6,_3$ Sgr. für den preuß. Centner frei an Bord in Cardiff oder Newport, aus engl. Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind auf eine bis jetzt ungewöhnliche Art durch eiserne Bolzen, welche sich in den hohlen Raum der Schienen keilförmig einschieben und durch die Schwellen gehen, festgeschraubt.

Mittelst Unlerlageplatten, Oberbleche, Hakennägel und Holzschrauben.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind mit Ausnahme des Dammes bei Briesen (2220 Ruthen lang, größte Höhe 15 F.) nicht bedeutend; der größte Einschnitt von 29 Fuß größter Tiefe ist auf der Höhe bei Rosengarten. Die bedeutendsten Brücken führen über die Wuhle, Landsberger Fließ, den Flackensee und das Briesener Fließ.

Erdarbeiten ziemlich bedeutend; Aufträge bis zu 80 Fuß Höhe (bei Frankfurt), Einschnitte bis zu 70 Fuß Tiefe (bei der steilen Wand); von den Bauwerken waren die Ueberbrückungen, der vielen Flüsse,

Bäche ꝛc. wegen, sehr zahlreich, indem im Ganzen 1082 Viaducte, Brücken und Durchlässe ausgeführt werden mußten. Von diesen sind die bedeutendsten: Der Viaduct über die Neisse bei Görlitz (30 Oeffnungen, 1497 Fuß lang, 112 Fuß über den gewöhnlichen Wasserstand hoch, Kosten 613000 Thlr.); Viaduct über das Bokerthal bei Bunzlau (5 Bogen, 1550 Fuß lang, 72 F. hoch, Kosten 400000 Thlr.); Brücke über den Queis bei Siegersdorf (5 Bogen, 403 F. lang und 46 F. hoch, Kosten 97400 Thlr.); Brücke über die Neisse bei Guben (15 Oeffnungen, 550 Fuß lang, 12 Fuß hoch, Kosten 85500 Thlr.); Hennersdorfer Viaduct über ein Seitenthal der Neisse (11 Bogen, 462 Fuß lang, 35 Fuß hoch, Kosten 62000 Thlr.).

18. Niederschlesische Zweigbahn.

Eichene Querschwellen. Stoßschwellen 16 Fuß lang, 15—18 Zoll breit, 7—8 Zoll stark. Zwischenschwellen, 8 Fuß lang, 10—14 Z. breit, 6—7 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T) -Schienen, 15—18 Zoll lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. 6⅓ Sgr. für den preuß. Centner frei an Bord in England, aus englischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel auf den Stoßschwellen, mittelst Hakennägel auf den Zwischenschwellen.

Augabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Im Allgemeinen boten sich wenig Schwierigkeiten dar; der wichtigste Brückenbau ist der oberhalb Sagan über den Bober (10 Bogen à 51½ F., Kosten 112000 Thlr.), die Ueberbrückung der Tschirne,

Lubatge u. s. w. Auf der projectirten Fortsetzung nach Posen ist die Oderbrücke hervorzuheben.

19. Oberschlesische Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 8—12 und 14 Zoll breit, 6 Zoll dick.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T) -Schienen, 16 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß, 15 später 17 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. 6,$_3$ Sgr. für den preuß. Centner, frei an Bord in England aus engl. Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel auf den Stoßschwellen, mittelst Hakennägel auf den Zwischenschwellen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind nicht sehr bedeutend. Die wichtigsten Brücken führen über die Ohlau (200 F. lang), Neisse (400 F. lang), Oder (12 Oeffnungen à 40 Fuß weit), 3 Fluthbrücken über dieselbe (eine mit 2 Oeffnungen à 30 F., eine mit 9 Oeffnungen à 40 Fuß), Mühlgraben (3 Oeffnungen à 40 Fuß), Klodnitz bei Kandrzin (6 Oeffnungen à 30 Fuß), Klodnitz bei Gleiwitz (8 Oeffnungen à 26 Fuß).

20. Wilhelmsbahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 8—12 Z. breit, 6 Zoll dick. Preis derselben 21 Sgr. 10 Pf.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T) -Schienen 16—18 Fuß lang.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 4 Thlr. 10 Sgr. für den preuß. Centner bis auf die Bahn. Zur Hälfte von der Laurahütte in Oberschlesien, zur andern Hälfte aus England.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel auf den Stoßschwellen, mittelst Hakennägel auf den Zwischenschwellen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind nicht sehr bedeutend. An Brükken waren 69 erforderlich; hiervon sind die bedeutendsten: Die Brücke über die Birawka (3 Bogen à 34 Fuß), Rudka (2 Bogen à 34 Fuß), Ruda (2 Bogen à 26 Fuß), über den Langon (5 Bogen à 32 Fuß), über die Oder bei Ratibor (8 Bogen à 38 Fuß), über die Pzinna (8 Bogen à 32 Fuß), über die Oder bei Oderberg.

21. Brieg=Neisse=Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 bis 9 F. lang, 8 bis 12 Zoll breit, 6 Zoll dick.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T) =Schienen 16 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $4\frac{2}{3}$ Thlr. für den preuß. Centner bis auf die Bahn, aus inländischen Fabriken.

Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel auf den Stoßschwellen, mittelst Hakennägel auf den Zwischenschwellen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind nicht sehr bedeutend, ebenso die Bauwerke; die meisten Schwierigkeiten findet die Bahn in der Nähe von Neisse.

22. Breslau=Schweidnitz=Freiburg=Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 12 bis 14 Zoll breit, 6—7 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignoles (oder umgekehrte T) -Schienen, 15 bis 18 Zoll lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. 8 Sgr. für den preuß. Centner, frei an Bord in Liverpool aus engl. Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Unterlageplatten und Hakennägel auf den Stoßschwellen, mittelst Hakennägel auf den Zwischenschwellen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten waren nicht sehr bedeutend. Von den erforderlich gewesenen 192 Brücken ꝛc. waren die bedeutendsten: zwei Lochabrücken (von je 60 Fuß lichter Weite) und 3 Brücken im Weistritzthale (von 50 bis 150 Fuß lichter Weite).

23. Kottbusser-Pferdebahn.

Eichene Querschwellen und kieferne Langschwellen.

Für den Oberbau Flachschienen, $2\frac{1}{4}$ Z breit, $\frac{5}{8}$ Zoll hoch.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $2,_1$ Thlr. für den preuß. Centner, frei an Bord in England aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Holzschrauben und Nägel.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten und Bauten sind nicht bedeutend. An Brücken waren im Ganzen fünf erforderlich, zusammen 708 Fuß lang; an Durchlässen 19.

24. Köln-Minden-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9—12 Z. breit und 6 Z. dick. An den Stößen der Schienen

wurden auf der Strecke Deutz-Duisburg fünffüßige Langschwellen angewendet; ihrer Unzweckmäßigkeit wegen fallen sie jedoch auf den andern Bahnstrecken fort.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 — 18 Fuß lang.

Gewicht der Schiene per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Im Jahre 1844 erste Lieferung von 15000 Tons, $3,_0$ bis $4,_2$ Thlr. für den preuß. Centner. Im Jahr 1846 zweite Lieferung 5000 Tons, $5,_3$ Thlr. für den preuß Centner, frei auf die Bahn aus inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Zwischenquerschwellen durch Hakennägel; an den Stößen auf den zwischen Deutz und Duisburg zur Anwendung gekommenen Langschwellen mit Unterlegung einer gewalzten Eisenplatte (9 Zoll lang, 6 Zoll breit), durch Oberbleche und Holzschrauben, und auf den für die andern Bahnstrecken angewandten Querschwellen auf ähnliche Weise, jedoch statt der Holzschrauben Schraubenbolzen mit Muttern.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind im Ganzen sehr bedeutend, namentlich da, wo die Bahn den Teutoburger Wald und das ganze Gebirgsland zwischen diesem und dem Wesergebirge zu durchschneiden hat. Die bedeutendsten Bauwerke auf der Bahn sind: Die Ruhrbrücke bei Altstaden (Strombrücke von 5 Oeffnungen à 100 Fuß Weite, 2 Fluthbrücken von resp. 4 Oeffnungen à 40 Fuß Weite). Der Viaduct durch das Thal des Johannisbaches bei Schildesche (1200 F. lang, 64 Fuß hoch, 28 Bogen à 32 Fuß Oeffnung), die Weserbrücke bei Voessen (Strombrücke 5 Bogen à 60 F. und 2 Bogen à 24 F. Spannung, Fluthbrücke 9 Bogen à 36 Fuß Spannung), die Wupper-

brücke bei Reuschenberg, die Luppebrücke bei Hamm, die Werrabrücke bei Bermbeck.

25. Köln-Minden-Thüringer-Verbindungsbahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9 -- 12 Zoll breit und 6 Zoll dick. Auf einem kleinen Theile der Bahn, im Teutoburger Walde, sollen Quadersandsteine als Unterlagen benutzt werden.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 18 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß, 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. für den preuß. Centner frei an Bord in England, aus dortigen Fabriken. Im Jahr 1844 erste Lieferung von 15000 Tons, $3,_0$ bis $4,_2$ Thlr.; im Jahr 1846 zweite Lieferung 5660 Tons, $5,_5$ Thlr. für den preußischen Centner, frei auf die Bahn aus inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühle und Holzkeile.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind namentlich auf den zwischen Paderborn und Haueda gelegenen Theil der Bahn sehr bedeutend, indem derselbe durchweg den Character einer Gebirgslinie hat.

Auf der Höhe des Teutoburger Waldes, in der Nähe der Karlsschanze, wird ein tiefer Einschnitt und ein 150 Ruthen langer, zu 216070 Thlr. veranschlagter Tunnel nothwendig. — Die bedeutendsten Bauwerke sind: Die Almebrücke, die Heberbrücke bei Salzkotten und die Brücke über die Diemel bei Haueda (auf gemeinschaftliche Rechnung mit der Friedrich-Wilhelm-Nordbahn.)

26. Bergisch-Märkische-Bahn.

Eichene Querschwellen, Zwischenschwellen halbrund, 8 Fuß lang, 12—13 Zoll breit, 6—6½ Zoll stark. Stoßschwellen, 8 Fuß lang, 14 Zoll breit,

6 Zoll stark, vollkantig. Der Durchschnittspreis für die kantigen ist 2 Thlr. 20 Sgr., für die halbrunden 1 Thlr. 25 Sgr.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20⅔ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $3,_3$ Thlr. für den preuß. Centner, von der Rhein=Weser=Eisenbahn zu Ausweichebahnen $4,_{95}$ Thlr., frei auf die Bahn, aus inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Zwischenschwellen mit Hakennägeln, an den Stößen aber durch Unterlagsplatten mit übergelegten kleinen Schienen, an jeder Seite durch drei Holzschrauben aufeinander geschraubt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erd= und Felsenarbeiten sind sehr bedeutend, der größte Einschnitt bei Schwelm (84 Fuß tief, 570 Ruthen lang, 120000 Thlr. Anschlagskosten) dient zur Uebersteigung der Wasserscheide zwischen Wupper und Ruhr, wo früher ein Tunnel von 340 Ruthen Länge projectirt war. Der bedeutendste Damm (116 Fuß hoch, 130 Ruthen lang) führt über das Thal der Ennepe. Die wichtigsten Bauwerke sind: Die Futtermauer gegen die Wupper in der Kluse bei Elberfeld, die Ueberbrückung des Baches und Weges in der Böhle; die Ueberführung des Weges an der Wupperfelder Brücke über die Bahn, zwei Fluthbrücken zur Abführung des Stauwassers der Wupper, eine Wupperbrücke für den Anfuhrweg zum Rittershauser Bahnhofe, die Brücke zur Ueberführung der Bahn über die Wupper bei Rittershausen, die Brücke zur Ueberführung der Cöln=Berlinerstraße über die Bahn zu Möllenkotten bei Schwelm, die Durchführung derselben Straße durch den Bahndamm in der

Rahlenbeck, die Ueberbrückung der Ennepe und Köln-Berlinerstraße (274½ Fuß lang, 35 Fuß hoch), die Ueberbrückung der Chaussee von Haspe nach Voerde, 2 Brücken über die Volme, die Fluth- und Flußbrücke über die Ruhr (erstere 216, letztere 400 Fuß lang), die Ueberbrückung der Bahn über die Chaussee von Wetter nach Witten, die Ueberbrückung der Chaussee von Elberfeld nach Witten, die Brücke über die Emscher und außerdem einige Ueberbrückungen von Chausseen.

27. Düsseldorf-Elberfelder-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 10 bis 12 Zoll breit und 6 Zoll stark. Unter den Stößen liegen die Schwellen in der Längenrichtung der Bahn, wodurch gegen das gewöhnliche System auf 5 Schwellen eine erspart wird. Das System bewährt sich jedoch als unpractisch.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 12 bis 15 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 15 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn, theilweise aus inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in den Stühlen durch eiserne, auf der innern Seite eingetriebene Keile befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erd- und Felsenarbeiten sind sehr bedeutend gewesen. Dammschüttungen bis 60 Fuß hoch, Einschnitte bis 50 Fuß tief. — Geneigte Ebene bei Hochdahl (7800 rh. Fuß lang, Steigung 1 : 30). Viaduct über das Wupperthal bei Sonnborn zur Durchführung des Wupperflusses und der Kölner Chaussee (Länge 371,5 Fuß, Höhe über dem Fluß-

bett 68 Fuß, Winkel gegen den Strom 45 Grad); außerdem 3 Brücken über die Bahn von 30 Fuß Weite und 3 Brücken über die Düssel von 20—30 Fuß Weite.

28. Prinz-Wilhelms-Bahn.

Eichene Querschwellen, halbrund, 8 Fuß lang, 11, 12 und 13 Zoll breit, sowie 5½, 6 und 6½ Zoll stark. Preis pro Stück 1 Thlr. 15 Sgr.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 18 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 4,2 Thlr. für den preuß. Centner bis auf die Bahn, aus inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Doppelstühle werden auf den Schwellen durch drei an der inneren Seite zu gleicher Zeit eingetriebene Nägel festgehalten; im Stuhl ist die Schiene durch einen an der innern Seite eingetriebenen, hölzernen Keil befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Erdarbeiten bedeutend, namentlich der Durchstich im Thonschieferfelsen vor Vohwinkel auf der Wasserscheide zwischen Düssel und Wupper (mittlere Tiefe 70 Fuß). — Die früher projectirte, geneigte Ebene bei Neviges, wird durch Anwendung einer Steigung von 1 : 80 und 1 : 125 und einer größern Länge der Bahn von 430 Ruthen umgangen. — Die größten Brücken haben eine lichte Weite von 20 bis 30 Fuß.

29. Münster-Hamm-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9—12 Z. breit und 16 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15—18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $4_{,2}$ Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Zwischenschwellen durch Hakennägel, an den Stößen durch Unterlageplatten, Oberbleche, Schraubenbolzen mit Muttern.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Erdarbeiten und Bauwerke nicht bedeutend, indem nur wenige kleine Bäche zu überschreiten sind.

30. Niederrheinische Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9 — 12 Z. breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 — 18 Zoll lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $4_{,2}$ Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Zwischenschwellen durch Hakennägel, an den Stößen durch Unterlageplatten, Oberbleche, Schraubenbolzen mit Muttern.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Dadurch, daß die Bahn über Emmerich im Ueberschwemmungsgebiete des Rheins geführt werden soll, werden sehr große Dammschüttungen erforderlich. Die bedeutendsten Brücken führen über die Lippe und Ems.

31. Westliche Verbindungsbahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9— 12 Z. breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $4,_2$ Thlr. für den preußischen Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Zwischenschwellen durch Hakennägel, an den Stößen durch die Unterlageplatten, Oberbleche, Schrauben mit Muttern.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke 2c. Die Erdarbeiten sind, mit Ausnahme der, mit der Aachen-Mastrichter Eisenbahn gemeinschaftlichen Bahnstrecke zwischen Aachen und Herzogenrath, nicht bedeutend; auch kommen, die Brücke über die Roer abgerechnet, keine kostspieligen Kunstbauten vor.

32. Rheinische Bahn.

Querschwellen aus Eichenholz, 8 Fuß lang, 9 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 17 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $4,_2$ Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. In den Stühlen, welche mit gußeisernen Nägeln auf den Schwellen befestigt sind, mittelst hölzerner Keile.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke 2c. An Erdarbeiten und bedeutenden Bauwerken ist die Bahn sehr reich. — Tunnel bei Königsdorf (430 Ruthen lang, 25 Fuß hoch, 24 Fuß breit, Kosten pro Ruthe 1878 Thlr.); Ichenberger Tunnel bei

Eschweiler (50 Ruthen lang, Kosten pro Ruthe 870 Thlr.); Nirmer Tunnel (190 Ruthen lang, Kosten pro Ruthe 2491 Thlr.); 2 Tunnel im Aachener Walde (185 und 42 Ruthen lang, Kosten pro Ruthe 1564 Thlr.). — Geneigte Ebene hinter Aachen (Länge 560 Ruthen, Steigung 1 : 38). — Brücke über die Roer bei Düren; Viaduct über das Indethal (264 Fuß lang, 50 Fuß hoch); Burtscheider Viaduct über das Wurmthal (850 Fuß lang, 76 F. größte Höhe); Viaduct über das Geulbachthal (658 Fuß lang, 120 Fuß größte Höhe, an den Seiten 68 Fuß hohe Dammschüttungen).

33. Aachen-Mastricht-Bahn.

Querschwellen aus Eichenholz, 8 Fuß lang, 9 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 17 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $4_{,2}$ Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. In den Stühlen, welche mit gußeisernen Nägeln auf den Schwellen befestigt sind, mittelst hölzerner Keile.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten und Kunstbauten auf dem im preuß. Gebiete belegenen Theil der Bahn sind nicht bedeutend.

34. Bonn-Köln-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 9 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 19½ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 4,2 Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind mit Hakennägeln befestigt; an den Stößen befinden sich Stühle, welche mit Hakennägeln an den Schwellen festgemacht sind; außerdem ist ein eichener Keil an der innern Seite angebracht.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind nicht erheblich; der tiefste Einschnitt beträgt 17, der höchste Auftrag 22 Fuß. Die Brückenbauten sind unbedeutend, da nur Bäche zu überschreiten waren.

35. Leipzig-Dresdner-Bahn.

In der ersten Zeit des Baues Langschwellen (3 Zoll hoch, 6 Zoll breit), auf Querschwellen ruhend; später nur Querschwellen, 8 Fuß lang, 9 Zoll breit und 6 Zoll stark; zu den Schwellen ist nur Fichten- und Kiefernholz verwendet.

Für den Oberbau. Im Anfange des Baues 2½ Zoll breite, 1⅛ Zoll starke Plattschienen, nachher Stuhlschienen; zwischen Wurzen und Dresden, sowie zum zweiten Geleise, Vignolesschienen, 15 bis 18 Fuß lang, 2½" Zoll hoch, 4 Zoll unten, 2½ Zoll oben breit.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß. Die Stuhlschienen 15, die Vignolesschienen 17—17½ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 4,2 Thlr. für den preuß. Centner, bis auf die Bahn von inländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Plattschienen mittelst Nägel, die Stuhlschienen mittelst Stühle, die Vignolesschienen mit-

telst Hakennägel, außerdem an den Stößen durch Verbindungsplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind bedeutend; der größte Einschnitt bei Machern 11000 Fuß lang, $36,_6$ Fuß tief; die bedeutendste Dammschüttung dicht bei diesem Einschnitte 19.000 Fuß lang, $24,_8$ Fuß hoch. — Tunnel bei Oberau 1816 Fuß lang, 22 Fuß hoch, 24 Fuß breit, Preis pro Ruthe 2184 Thlr.; Pardaubrücke, Muldebrücke bei Wurzen (1354 Fuß lang); Viaduct über den Moorboden bei Oschatz (1468 F. lang); Elbbrücke bei Riesa (1208 Fuß lang); Viaduct bei Röderau (2300 Fuß lang).

36. Sächsisch-Bairische-Bahn.

Kieferne Querschwellen, 8 Fuß lang, 8 bis 10 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15—18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß. In der ersten Zeit 15, in der letzten 20 preußische Pfunde.

Preis der Schienen. $2,_4$ Thlr. für den preuß. Centner, bis $2,_7$ Thlr. frei in England, oder 3 Thlr. frei in Hamburg aus englischen Fabriken. Im Jahre 1846 $3,_{57}$ Thlr. frei in England aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, außerdem an den Stößen Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind sehr bedeutend, ebenso die Bauwerke. — 5 Ueberbrückungen der Pleiße; Viaduct über den Pfarrgrund bei Langhessen (280 Fuß lang, 63 Fuß hoch); Pleißenbrücke bei Schweinsburg; Viaduct über das Thal des Leubnitzer Baches (450 Fuß lang, 80 Fuß hoch); Viaduct über den

Baiersdorfer Bach (230 Fuß lang, 74 Fuß hoch); Viaduct über den Neumarker Bach (750 Fuß lang, 78 Fuß hoch); gewölbter Viaduct durch das Dorf Rettis (252 Fuß lang, 41 Fuß hoch); Viaduct durch das Dorf Grobau (360 Fuß lang, 22 Fuß hoch). — Namentlich erwähnenswerth sind: Die Ueberbrückungen des Göltzschthales unterhalb Mylau (2160 Fuß lang, 252 Fuß hoch) und des Elsterthales unterhalb Plauen (846 Fuß lang, 214 Fuß hoch). Beide Bauwerke werden mittelst Etagenbaues ausgeführt und sind die Kosten des ersteren auf 1,810261⅓ Thlr., die des letztern auf 758943⅔ Thlr. veranschlagt.

37. Sächsisch-Schlesische-Bahn.

Kieferne Querschwellen, 8 — 9 Fuß lang, 8 — 10 Zoll breit und 6 Zoll stark. Der Preis einer Schwelle beträgt 15 Sgr.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 22 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 bis $2,_1$ Thlr. für den preuß. Centner, frei an Bord in England.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, außerdem an den Stößen Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind bedeutend; von den vorhandenen Bauwerken sind erwähnenswerth: Die 720 Fuß lange, durchschnittlich 56 Fuß hohe Ueberbrückung des Denitzthales; die 768 Fuß lange, durchschnittlich 63 Fuß hohe Brücke über die Spree bei Bautzen und die 601 Fuß lange und 90 Fuß hohe Löbauer Thalbrücke mit 9 Bogen; hiervon haben 7 jeder 54 und 2 jeder 36 Fuß Spannweite.

38. Löbau-Zittau-Bahn.

Kieferne Querschwellen, 8 Fuß lang, 8 bis 10 Zoll breit und 8 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 18 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 4¼ Thlr. für den preuß. Centner, frei an Bord in Newport aus englischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, außerdem an den Stößen Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind bedeutend; von den Bauwerken sind namentlich mehre Uebersetzungen von Flußthälern hervorzuheben, welche an den Seiten aus Dämmen, in der Mitte aus Brücken bestehen. Die größte Länge derselben beträgt 4000 Fuß, die größte Höhe 80 Fuß. Der bedeutendste Einschnitt hat eine Länge von 1800 Fuß und eine Tiefe von 54 Fuß.

39. Sächsisch-Böhmische-Bahn.

Kieferne Querschwellen, 8 Fuß lang, 8 bis 10 Zoll breit und 8 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 18 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 4¼ Thlr. für den preuß. Centner, frei an Bord in Newport aus englischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, außerdem an den Stößen Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erd- und Felsenarbeiten sind in der Nähe des Elbufers ziemlich bedeutend. Das wichtigste Bauwerk der ganzen Bahn bildet die Elbbrücke in Dres-

den, sie erhält 12 Bogen (lichte Spannweite derselben 90 Ellen) und liegt 36 Ellen über dem Nullwasserstande der Elbe. Außerdem sind bemerkenswerth: Die Brücke über die Müglitz (4 Bogen à 32 Fuß weit und 11 Fuß hoch); die Ueberbrückung der Ausschiffungs- und Niederlagsplätze bei Pirna, mittelst 12 dem Terrain entsprechend vertheilter Bogen von 21 bis 29 Fuß und 6 dergleichen von 11 bis 14 Fuß Weite; ferner die Ueberbrückung der Königsteiner Niederlags- und Ausschiffungsplätze; sowie Brücken über die Biela und andere ziemlich bedeutende Bäche und Gräben, welche sich in die Elbe ergießen.

40. Chemnitz-Riesa-Bahn.

Eichene Stoßschwellen (8 Fuß lang, 12—13 Zoll breit, 6 Zoll stark) und kieferne Stützschwellen (8 Fuß lang, 9—10 Zoll breit und 7 Zoll stark).

Erstere kosteten 25 bis 27 Ngr., letztere 15 bis 20 Ngr., frei an den Ablieferungspunct.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 18 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 19⅓ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Januar 1845 2 Thlr. 6,3 Sgr. für den preuß. Centner. Anfang 1846 3 Thlr. 27,3 Sgr. frei in England aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Auf den Stützschwellen durch Hakennägel, auf den Stoßschwellen durch gußeiserne Stühlchen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten sind ziemlich bedeutend. Die wichtigsten Bauwerke auf der Bahn sind: Viaduct bei Otterndorf (200 Ellen lang, 27 Ellen hoch, 7 Pfeiler); Viaduct bei Altmitweida (157 Ellen lang, 22½ Ellen hoch, 6 Pfeiler); Viaduct bei Crossen (244½ E. lang, 38 E. hoch, 6 Pfeiler); Viaduct bei Neumilkau (121½ E. lang, 31½ E. h., 9 Pfeiler); Viaduct bei

Heiligenborn (375 Ellen lang, 70 Ellen hoch); Viaduct bei Deidenmühle (369½ Ellen lang, 90 Ellen hoch, Anschlagskosten 116135 Thlr.); Viaduct bei Kummermühle (183 Ellen lang, 51½ Ellen hoch, 8 Pfeiler); Viaduct Steina (398 Ellen lang, 64 Ellen hoch, 16 Pfeiler); Viaduct Saalbach (146½ Ellen lang, 47½ Ellen hoch, 8 Pfeiler); Brücke über die Zschopau bei Limmritz (514 Ellen lang, 67 Ellen hoch, 15 Pfeiler, Anschlagskosten 185406 Thlr.); Brücke über die Mulde bei Bauchlitz (173 Ellen lang, 20 Ellen hoch, 6 Pfeiler, Anschlagskosten 77968 Thlr.).

41. Köthen-Bernburg-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 12 Z. breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 18 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Januar 1845 2 Thlr. 6,3 Sgr. für den preuß. Ctr. Anfang 1846 3 Thlr. 27,3 Sgr. frei in England aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, außerdem sind an den Stößen Unterlageplatten benutzt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten nnd Bauwerke sind nicht bedeutend gewesen, indem nur eine kleine Brücke über einen Graben erforderlich war.

42. Nürnberg-Fürth-Bahn.

Steinwürfel aus Quadern.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 15 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 8—10 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Januar 1845 2 Thlr. 6,3 Sgr. für den preuß. Centner. Anfang 1846 3 Thlr. 27,3 Sgr. frei in Engl. aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen ruhen in Stühlen, welche durch eiserne Nägel auf, in die Steinwürfel eingetriebene hölzerne Diebel befestigt sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten und Bauwerke sind unbedeutend.

43. München=Augsburger=Bahn.

Halbrunde eichene Querschwellen von 12 bis 14 Zoll Durchmesser.

Für den Oberbau massive Stahlschienen, 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 13⅓ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. Januar 1845 2 Thlr. $6,_3$ Sgr. für den preuß. Centner. Anfang 1846 3 Thlr. $27,_3$ Sgr. frei in England aus dortigen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in gußeisernen Stühlen mittelst hölzerner Keile befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Erdarbeiten, mit Ausnahme der Bewältigung der Moose, welche viele Schwierigkeiten machten, nicht sehr bedeutend. — Holzbrücke über den Lech 325 F. lang; Brücke über den Wurmfluß bei Pasing; über die Amper bei Olching, über die Maisach bei Nanhofen, und über den Paar bei Mering.

44. Ludwig=Südnordbahn.

Theils Querschwellen von Eichen= oder Föhrenholz (8 Fuß lang, 10 bis 12 Zoll breit, 6 Zoll stark), theils Steinwürfel (2 Fuß 2 Zoll breit und lang, 1 Fuß 1 Zoll hoch).

Für den Oberbau sogenannte Doppelschienen, 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 17 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. für den preuß. Centner bis Bamberg, 3 Thlr. ohne Transport von Joh. Cockerill in Seraing bei Lüttich.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen ruhen in gußeisernen Stühlen. Bei den Steinwürfeln sind dieselben mittelst eiserner Nägel auf hölzernen Diebeln befestigt, welche in die Steinwürfel eingetrieben sind.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Nördliche Bahnstrecke. Augsburg-Hof. Die Erdarbeiten sind sehr bedeutend. Dämme bis 100 Fuß hoch; Einschnitte bis 60 Fuß tief; geneigte Ebene 18462 Fuß lang, Steigung derselben 1 : 40, beabsichtigter Betrieb durch amerikanische Locomotive; Tunnel bei Donauwörth 554 Fuß lang; bei Erlangen durch den Burgberg 1050 Fuß lang. — Die bedeutendsten Brücken sind: über die Wertach bei Augsburg (42 Fuß hoch, 3 Oeffnungen à 60 Fuß Bogenhängewerke); über die Donau bei Donauwörth (6 Oeffnungen, jede 60 Fuß weit Bogenhängewerke), die Fluthbrücke mit 5 Oeffnungen ebendaselbst, die 3 Viaducte bei Haarburg; die Wörnitzbrücke bei Oettingen; der Viaduct zwischen Wasser- und Altentrüdingen von 9 Oeffnungen; der von 13 Oeffnungen oberhalb Altentrüdingen; die zwei Viaducte von 50 Fuß Höhe bei Gunzenhausen, ein anderer mit 3 Bogen über die Rezat bei Friedrichsgemünd; der bei Untermainbach 42 Fuß hoch; einer mit 3 Bogen von 74 Fuß Spannweite im Schwabachthal; der mit 5 Bogen über das Rednitzthal bei Wolkersdorf; die Pegnitzbrücke bei Doos von 70 Fuß Spannweite; die Schwabachbrücke bei Erlangen; die Wiesent- und Truppachbrücken bei Forchheim; die Mainbrücke bei Hochstedt; die Fluthbrücke neben dieser mit 10 Oeffnungen à 31 Fuß, die Brücken unter der schiefen Ebene bei Himmelkron; die Saalebrücken bei Seut-

bitz, Oberkotzau, Moschendorf (9 Oeffnungen à 50 Fuß, 540 Fuß lang); Unterkotschau bei Hof (8 Oeffnungen à 46 Fuß, 558 Fuß lang, 86 Fuß über dem höchsten Wasserstande der Saale hoch.

Südliche Bahnstrecke. Augsburg-Lindau. Die Erdarbeiten sind sehr bedeutend und kommen Dämme bis zu 180 Fuß Höhe und Einschnitte bis zu 58 Fuß Tiefe vor. — Tunnel bei Herbatzhofen, 1630 Fuß lang, 26 Fuß weit und 22 Fuß hoch; Tunnel bei Staufen im Nagelfluhfelsen von 680 Fuß Länge. — Die bedeutendsten Brücken und Viaducte sind: massive Brücke über die Siegolt (mit 3 Oeffnungen) bei Langeneringen; hölzerne Balkenbrücke über die Gennach bei Buchloe (massive Pfeiler, 8 Oeffnungen à 30 Fuß Lichtweite); Wertachbrüche bei Kaufbeuern (4 Oeffnungen à 48 Fuß Spannweite, 40 Fuß hoch und ganz aus Stein); Viaduct über die Iller bei Kempten (115 Fuß hoch und 500 Fuß lang); massive Brücke über den Waltenhofer Bach bei Waltenhofen (350 Fuß lang, 40 Fuß weit und 20 Fuß hoch); Schutzbauten bei Zollbrücke gegen die Iller (3000 Fuß lang); Viaduct bei Staufen (70 Fuß hoch, 600 Fuß lang); massive Brücke bei Herbatzhofen (3 Oeffnungen, 180 Fuß lang); bei Rentershofen Durchfahrt von 375 Fuß Länge, unter einer Aufdämmung von 87 Fuß Höhe; massive Brücke unter einem 57 Fuß hohen Damm bei Oberhäuser (250 Fuß lang, 30 Fuß weit); Brücke über das Laibachthal bei Muthen (87 Fuß hoch und 500 Fuß lang).

45. Ludwigs-Bahn.

Es sollen theils Querschwellen von Eichen- oder Föhrenholz (8 Fuß lang, 10—12 Zoll breit, 6 Zoll stark), theils Steinwürfel (2 Fuß 2 Zoll breit, 1 Fuß lang und 1 Zoll hoch) angewendet werden.

Für den Oberbau sogenannte Doppelschienen, 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 17 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. für den preuß. Centner bis Bamberg, 3 Thlr. ohne Transport, von Joh. Cockerill in Seraing bei Lüttich.

Befestigund d. Schienen auf den Schwellen. Auf ähnliche Weise wie bei der Ludwigs-Süd-Nordbahn.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten und Kunstbauten sind wegen der Terrainschwierigkeiten sehr bedeutend. Ein großer Theil der Bahn muß im Ueberschwemmungsgebiete des Mains geführt, über das Hochwasser desselben aufgedämmt, an seiner, dem Strome zugekehrten Seite gegen den Stromanfall und gegen den Wellenschlag mit einer Steinbekleidung gesichert, an mehren langen Strecken längs des Mains ein Schiffsziehweg vorgelegt werden. An andern Stellen erfordert die große Verschiedenheit des Terrains hohe, kostspielige Aufdämmungen und tiefe Einschnitte. In dem Bergvorsprunge bei Krammenthal ist ein Tunnel von 600 Fuß Länge durch zerklüftetes Gestein des Rothentodtliegenden, und durch den sogenannten Schwarzkopf zwischen Haigenbrücken und Hain ein Tunnel von 3300 Fuß Länge durch ähnliches Gestein, vielleicht auch durch den Gneus nöthig, welche schon einen Aufwand von 972857 Thlr. erfordern.

46. Pfälzische Ludwigsbahn.

Eichene Querschwellen, 8 bis 9 Fuß lang, 8 bis 10 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 15 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. für den preuß. Centner bis Bamberg, 3 Thlr. ohne Transport, von Joh. Cockerill in Seraing bei Lüttich.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in den gußeisernen Stühlen mittelst hölzerner Keile befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Erd- und Felsenarbeiten sehr bedeutend. — Tunnel bei Hochspeyer. — Brückenbauten nicht bedeutend, indem nur Wege, Bäche zu überschreiten sind.

47. Würtembergische Staats-Eisenbahnen.

Eichene Querschwellen, 8½ Fuß lang, 8 bis 10 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau umgekehrte T Schienen, 15 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. für den preuß. Centner bis Bamberg, 3 Thlr. ohne Transport, von Joh. Cockerill in Seraing bei Lüttich.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Befestigung der Schienen auf den Querschwellen geschieht mit Hakennägeln, jedoch ruhen die Schienen mit ihren Enden nicht unmittelbar auf den Schwellen, sondern auf Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erd- und Felsenarbeiten sind wegen des größtentheils gebirgigen Terrains sehr bedeutend. 5 Tunnel mit einer Gesammtlänge von 9075 Fuß; hiervon treffen 2 auf die Westbahn (1 auf der sogenannten Prog, 1 auf der Wasserscheide bei Maulbronn); 2 auf der Ostbahn (1 von 1200 Fuß Länge durch den Rosenstein, 1 auf der Alp zwischen Holzhausen und Beimerstetten); 1 auf die Nordbahn bei Kirchheim. — An großen Brücken und Viaducten

finden sich 4 vor, nämlich auf der Westbahn der Viaduct über das Enzthal; auf der Ostbahn der Viaduct über das Neckarthal bei Cannstatt (675 F. lang, 35 Fuß hoch); auf der Südbahn die Brücke über die Donau bei Erbach (210 Fuß lang, 20 F. hoch); auf der Nordbahn die Brücke über die Enz bei Besigheim (560 Fuß lang und 30 Fuß hoch).

48. Badische Staats-Eisenbahnen.

Langschwellen von Föhren- oder Kiefernholz, 30 Fuß lang; Querschwellen von Eichenholz, 4½ Zoll hoch, 8 bis 9 Zoll, resp. 12 Zoll breit und 8 bis 9 Fuß lang.

Für den Oberbau sogenannte Brückenschienen (bridgerail), 15 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 14 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 6 Thlr. 21 Sgr. für den preuß. Centner., am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Befestigung der Schienen auf den Langschwellen wird mittelst Kolben bewirkt, welche an beiden Seiten der Schienenfüße eingeschlagen sind. Um die Stöße der Schienen zu sichern, wird eine kleine Gußplatte mit vorstehenden Randleisten angewendet.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erd- und Felsenarbeiten waren, namentlich auf der Bahnstrecke von Freiburg bis zur schweizerischen Grenze bedeutend. Die erwähnenswerthesten Brücken sind: Die eiserne Brücke bei Beiertheim; die eiserne Brücke über die Pfinz bei Durlach; der hölzerne Viaduct oberhalb Ettlingen; die hölzerne Brücke über die Murg bei Rastatt; der eiserne Viaduct über die Straße von Appenweier nach Sand; Kinzigbrücke mit Gußbögen; 3 Brücken über die Elz. — Drei

Tunnel durch den Isteiner Klotz, und zwar der erste durch den Isteiner Klotz 776 Fuß, der zweite oberhalb der Isteiner Kirche etwa 400 Fuß und der an dem Efringer Felsen 1003 Fuß lang.

49. Offenburg=Constanz=Bahn.

Langschwellen von Föhren= oder Kiefernholz, 30 Fuß lang; Querschwellen von Eichenholz, $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch, 8 bis 9 Zoll, resp. 12 Zoll breit und 8 bis 9 Fuß lang.

Für den Oberbau sogenannte Brückenschienen (bridgerail), 15 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 14 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. 21 Sgr für den preuß. Centner, am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Befestigung der Schienen auf den Langschwellen wird mittelst Kolben bewirkt, welche an beiden Seiten der Schienenfüße eingeschlagen sind. Um die Stöße der Schienen zu sichern, wird eine kleine Gußplatte mit vorstehenden Randleisten angewendet.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erd= und Felsenarbeiten sind bei der Ueberschreitung des Schwarzwaldes sehr bedeutend.

50. Main=Neckar=Eisenbahn.

Eichene Querschwellen, $8{,}_7$ Fuß lang, 8 bis 12 Zoll breit und 6 Zoll dick.

Für den Oberbau Vignoles= oder umgekehrte T=Schienen, 16 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $21{,}_8$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. 21 Sgr. für den preuß. Centner, am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinländischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, an den Stößen außerdem durch Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind bedeutend, da mehrfach tiefe Einschnitte (der größte bei Eberstadt ist 50 Fuß tief) und hohe Dämme erforderlich waren. Die bedeutendsten Bauwerke sind: Die Mainbrücke bei Frankfurt und die Neckarbrücke über den Hengstbach, den Geraubach, mehre Viaducte bei Darmstadt, sowie ein Viaduct über die Straße von Eberstadt nach Arnsheim.

51. Taunus-Eisenbahn.

Quaderwürfel in Einschnitten (2 Fuß lang und breit, 1 Fuß dick); eichene Querschwellen auf den Dämmem (8 Fuß lang, 12—14 Zoll breit und halbrund).

Für den Oberbau doppelte Stuhlschienen, 15 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. 21 Sgr. für den preuß. Centner, am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in den Stühlen mittelst hölzerner, auf der äußern Seite eingetriebener Keile befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Auf- und Abträge sind nirgend bedeutend, indem die größten nicht über 25 Fuß hoch noch tief sind. Die Bahn hat 16 größere Brücken von 16 bis 96 Fuß Oeffnung; von diesen ist namentlich die schöne Niddabrücke nebst Fluthbrücke erwähnenswerth.

52. Höchst-Soden-Bahn.

Quaderwürfel in Einschnitten (2 Fuß lang

und breit, 1 F. dick); eichene Querschwellen auf den Dämmen (8 F. lang, 12—14 Zoll breit und halbrund).

Für den Oberbau doppelte Stuhlschienen, 15 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. 21 Sgr. für den preuß. Centner, am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in den Stühlen mittelst hölzerner, auf der äußern Seite eingetriebener Keile befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten und Bauwerke sind nicht bedeutend.

53. Frankfurt-Offenbach-Bahn.

Eichene Querschwellen, $8,_7$ Fuß lang, 8 bis 12 Zoll breit und 6 Zoll dick.

Für den Oberbau Vignoles- oder umgekehrte T-Schienen, 16 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $21,_8$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. 21 Sgr. für den preuß. Centner, am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, an den Stößen außerdem durch Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten und Bauwerke sind nicht bedeutend.

54. Hessische Ludwigsbahn.

Eichene Querschwellen, $8,_7$ Fuß lang, 8 bis 12 Zoll breit und 6 Zoll dick.

Für den Oberbau Vignoles- oder umgekehrte T-Schienen, 16 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß Fuß 21,8 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 5 Thlr. 21 Sgr. für den preuß. Centner, am Rheinufer zu Mannheim, aus rheinischen Fabriken.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel, an den Stößen außerdem durch Unterlageplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Durchschnitte oder kleinen Tunnel und Brücken durch die Festungswerke von Mainz; die Terrassirung der Weißenauer und Laubenheimer Höhen; der große $1\frac{1}{2}$ Stunden lange Damm, nebst den dazu gehörigen Brücken und Viaducten, welcher die Niederung von Laubenheim und Bodenheim bis Nackenheim zu durchschneiden hat; der Tunnel durch den Rothenberg zu Nackenheim; die Durchschnitte zwischen demselben und Nierstein; nebst dem großen Viaduct bei diesem Flecken und bei Oppenheim; die Brücken bei Guntersblum und Ahlsheim; der Durchstich und Viaduct zu Osthofen; die Brücke über die Pfrimmbach bei Neuhausen und über die Eisbach bei Worms.

55. Friedrichs-Wilhelms-Nordbahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß 4 Zoll lang, 12 bis 14 Zoll breit und 6 bis 7 Zoll hoch. Preis derselben durchschnittlich 1 Thlr. 15 Sgr. pro Stück.

Man beabsichtigt Versuche mit 2,3 Fuß langen, 2,3 Fuß breiten und 1,15 Fuß starken Steinunterlagen zu machen.

Für den Oberbau doppelte Stuhlschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 3,5 Thlr. für den preuß. Centner, ohne sonstige Kosten, von Johann

Cockerill in Seraing bei Lüttich; 5 Thlr. 17 Sgr. in Kassel incl. Zoll.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühlchen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erd- und Felsenarbeiten sind sehr bedeutend. Die bedeutendsten Bauwerke sind: Der 3400 Fuß lange Tunnel von Hönebach; der 1450 Fuß lange Tunnel von Guxhagen; der 750 Fuß lange Tunnel bei Beisförth; der 600 Fuß lange Tunnel bei Kesselberg zwischen Trendelburg und Wülmersen (auf der Karlshafener Zweigbahn); Brücke über die Fulda bei Guntershausen; Viaduct über die Schwarzbach 70 Fuß hoch; Viaduct durch die Vorstadt von Melsungen (35 Fuß hoch, 11 Bogen); schiefe Fuldabrücke am Pfieffenrain (70 Ruthen Schmiege, 25 F. hoch, 7 Bogen); Brücke über die Fulda im rechten Winkel bei Beisförth (7 Bogen, 25 Fuß hoch); Viaduct und hoher Damm über die Ahne; Viaduct über das Baunathal; schiefer Viaduct über die Flößholzstraße nebst Brücke unweit Weiterode.

56. Main-Weser-Eisenbahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß 4 Zoll lang, 12 — 14 Zoll breit und 6 — 7 Zoll hoch. Preis derselben durchschnittlich 1 Thlr. 15 Sgr. pro Stück.

Man beabsichtigt Versuche mit $2,_{3}$ Fuß langen, $2,_{3}$ Fuß breiten und $1,_{15}$ Fuß starken Steinunterlagen zu machen.

Für den Oberbau doppelte Stuhlschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $3,_{5}$ Thlr. für den preuß. Centner, ohne sonstige Kosten, von Johann Cockerill in Seraing bei Lüttich; 5 Thlr. 17 Sgr. in Kassel incl. Zoll.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühle.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erd- und Felsenarbeiten auf der Bahn sind nicht bedeutend.

57. **Frankfurt-Hanau-Bahn.**

Eichene **Querschwellen**, 8 Fuß 4 Zoll lang 12 bis 14 Zoll breit und 6 bis 7 Zoll hoch. Preis derselben durchschnittlich 1 Thlr. 15 Sgr. pro Stück.

Man beabsichtigt Versuche mit $2,_3$ Fuß langen, $2,_3$ F. breiten und $1,_{15}$ F. Steinunterlagen zu machen.

Für den **Oberbau** doppelte Stuhlschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß 20 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $3,_6$ Thlr. für den preuß. Centner, ohne sonstige Kosten, von Johann **Cockerill** in Seraing bei Lüttich; 5 Thlr. 17 Sgr. in Kassel incl. Zoll.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst gußeiserner Stühlchen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Die Erdarbeiten sind nicht bedeutend. Das bedeutendste Bauwerk ist die Brücke über die Kinzig bei Hanau.

58. **Braunschweigische Staatseisenbahnen.**

Auf der Braunschweig-Harzburger-Bahn wurden bei'm ersten Bau tannene Langhölzer, 30 Fuß lang, 9 Zoll breit und 7 Zoll hoch, auf Querschwellen ruhend, angewandt; bei der spätern gänzlichen Umlegung der Bahn, sowie zur Braunschweig-Oscherslebener Bahnlinie eichene Querschwellen, 8—9 Fuß lang, 12 Zoll breit und 6 Zoll hoch.

Für den **Oberbau** Vignolesschienen, 15 bis 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß.

Fuß bei'm ersten Bau der Harzburger-Bahn 18 Pfd., später 22 preußische Pfunde.

Preis der Schienen. $3,_5$ Thlr. für den preuß. Centner, ohne sonstige Kosten, von Johann Cockerill in Seraing bei Lüttich; 5 Thlr. 17 Sgr. in Kassel incl. Zoll.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc.

Braunschweig-Harburg. — Bedeutende Erdarbeiten sind ebensowenig, wie große Bauwerke vorhanden. Von letztern sind erwähnenswerth: Die 6 hölzernen Jochbrücken über die Oker.

Braunschweig-Oschersleben. — Die Erdarbeiten sind nicht bedeutend. Die wichtigsten Bauwerke sind: 2 Brücken, 1 über die Oker und 1 in der Inundationsfläche derselben in der Nähe des Dorfes Linden.

59. Hannoversche Staatseisenbahnen.

Eichene Querschwellen, 8 — 9 Fuß lang, 12 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Vignoles- oder umgekehrte T-Schienen, $17,_5$ Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $22\frac{1}{2}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $2\frac{1}{4}$ — $3\frac{1}{2}$ Thlr. für den preuß. Centner.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst 7 Zoll langer, $\frac{1}{2}$ Quadratzoll starker und $\frac{1}{2}$ Pfd. schwerer Hakennägeln. An den Stößen der Schienen gußeiserne Stühle 22 Pfd. schwer.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten der Hannover-Braunschweiger-Bahn sind gering, auf der Hildesheim-Harburger- und Wunstdorf-Bremer-Bahn, kommen dagegen Dämme bis zu 50 Fuß Höhe, und Einschnitte bis zu 60 F. Tiefe vor. Die bedeutendsten Brücken sind über die

Fuhse bei Celle (14 Oeffnungen, 468 Fuß im Lichten weit), Aller bei Celle (15 Oeffnungen, 558 Fuß im Lichten weit), Gerdau bei Uelzen (3 Oeffnungen, 162 Fuß im Lichten weit, 54 Fuß hoch), Ilmenau bei Bienenbüttel (4 Oeffnungen, 120 Fuß im Lichten weit), Ilmenau bei Lüneburg (6 Oeffnungen, 336 Fuß im Lichten weit), Leine bei Hannover (12 Oeffnungen, 480 Fuß im Lichten weit), Aller bei Werden (29 Oeffnungen, 1400 Fuß im Lichten weit).

60. Hamburg-Bergedorfer-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 bis 9 Fuß lang, 12 Zoll breit und 6 Zoll stark.

Für den Oberbau Stuhlschienen, 15 F. lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $20\frac{2}{8}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. $2\frac{1}{4}$—$3\frac{1}{2}$ Thlr. für den preuß. Centner.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Schienen sind in gußeisernen Stühlen befestigt.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Bahn besitzt zwar keine bedeutenden Auf- und Abträge, hatte aber auf dem größten Theil ihrer Länge nassen, angeschwemmtem Boden, und mit vielen Wasserzügen zu kämpfen. Die bedeutendsten Brücken dienen zur Ueberschreitung der Wetterungen, des Hammerbrooks und Billbrooks.

61. Altona-Kieler-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 8 Zoll breit und 7 Zoll hoch.

Der höchste Preis der Schwellen war 1 Thlr.; jedoch ist unterhalb dieses Preises contrahirt.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15—18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $18\frac{2}{3}$—$19\frac{1}{3}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. 5 Sgr. für den preuß. Centner, frei an Bord in England.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel; an den Stößen durch an den Schwellen befestigte Verbindungsplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Erdarbeiten nicht sehr bedeutend; ebenso die Brückenbauten, da nur kleine Gewässer, als: Eidelstädter Mühlgraben, Thesdorfer Aue, Bramaue, Schmale und Eider zu überschreiten sind. Erwähnenswerth ist der Elbkai nebst der geneigten Ebene bei Altona (Steigung 1 : $6\frac{1}{2}$).

62. Glückstadt-Elmshorn-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 8 Zoll breit und 7 Zoll hoch.

Der höchste Preis der Schwellen war 1 Thlr.; jedoch ist unterhalb dieses Preises contrahirt.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 — 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $18\frac{2}{3}$ — $19\frac{1}{3}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. 5 Sgr. für den preuß. Centner, frei an Bord in England.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel; an den Stößen durch an den Schwellen befestigte Verbindungsplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke ꝛc. Erdarbeiten und Bauwerke sind nicht bedeutend; auf einigen Stellen war Moorboden zu überschreiten.

63. Rendsburg-Neumünster-Bahn.

Eichene Querschwellen, 8 Fuß lang, 8 Zoll breit und 7 Zoll hoch.

Der höchste Preis der Schwellen war 1 Thlr.; jedoch ist auch unterhalb dieses Preises contrahirt.

Für den Oberbau Vignolesschienen, 15 — 18 Fuß lang.

Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $18\frac{2}{3}$ preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. $20,_6$ Sgr. für den preuß. Centner, frei in Newport in England.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Mittelst Hakennägel; an den Stößen durch an den Schwellen befestigte Verbindungsplatten.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Erdarbeiten und Bauwerke sind unbedeutend, einige Moorstrecken waren zu überwinden.

64. Meklenburgische Eisenbahn.

Auf der Bahnstrecke Hagenow-Schwerin: eichene Querschwellen, $7\frac{3}{4}$—$9\frac{3}{4}$ Fuß lang, 10—12 Z. breit und 6 Zoll stark; auf sämmtlichen anderen Bahnlinieu tannene, kyanisirte Querschwellen mit ähnlichen Dimensionen.

Für den Oberbau Vignoles- oder umgekehrte T-Schienen, 15 bis 18 Fuß lang. Stuhlschienen von gleicher Länge.


Gewicht der Schienen per laufenden preuß. Fuß $22\frac{1}{2}$ und 18 preuß. Pfunde.

Preis der Schienen. 2 Thlr. 5 Sgr. für den preuß. Centner, frei an Bord in England, und $3,_4$ Thlr. frei für den preuß. Centner in Hamburg.

Befestigung d. Schienen auf den Schwellen. Die Befestigung der Vignolesschienen geschieht mittelst Hakennägel, außerdem werden sie an den Stößen verkuppelt; die der Stuhlschienen geschieht mittelst Stühlen.

Angabe der bedeutendsten Bauwerke rc. Die Erdarbeiten und Bauwerke sind nicht bedeutend; die schwierigsten Arbeiten kommen in der Gegend von Schwerin, bei'm Ostroffer See vor, wo Einschnitte von 250 Ruthen Länge und theilweise 30 F. Tiefe erforderlich waren.

Taf. I.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
d
a
b
c
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
a
b
a
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18
4"
Fig. 19.
5"
Fig. 20.
4"
Fig. 21.
4"
Fig. 22.
5"
Fig. 23.
4"3'''
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
a
b
c
Fig. 30
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.

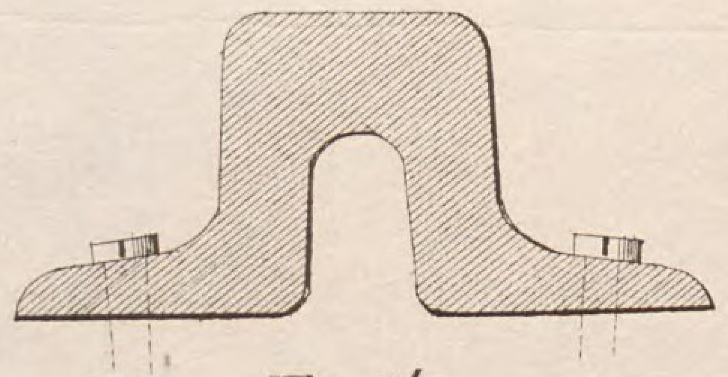


Fig. 34.

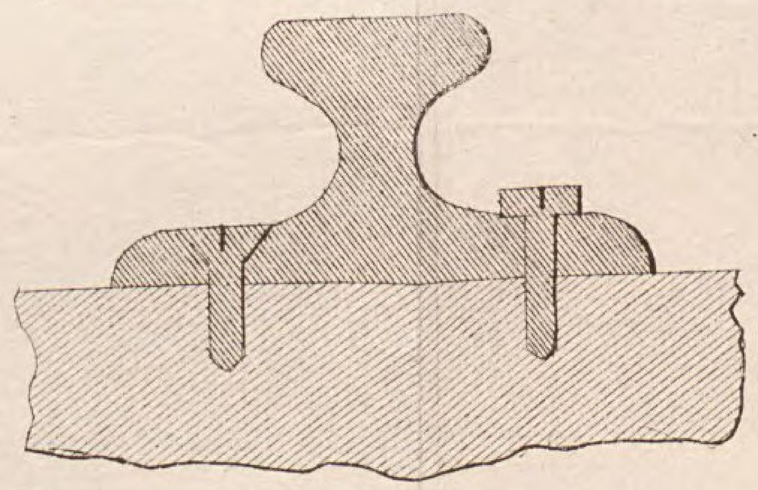


Fig. 35.

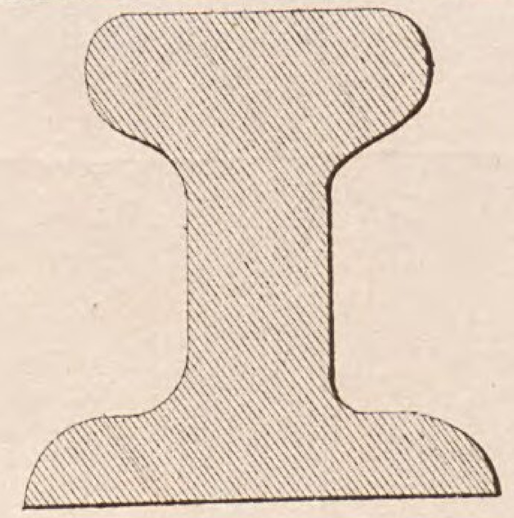


Fig. 36.

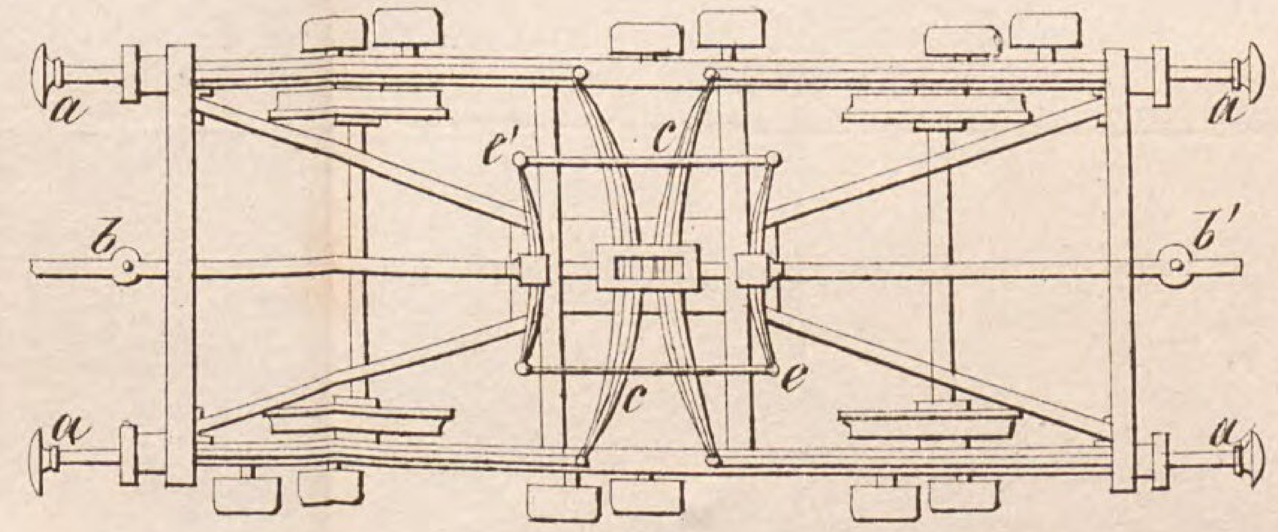


Fig. 37.

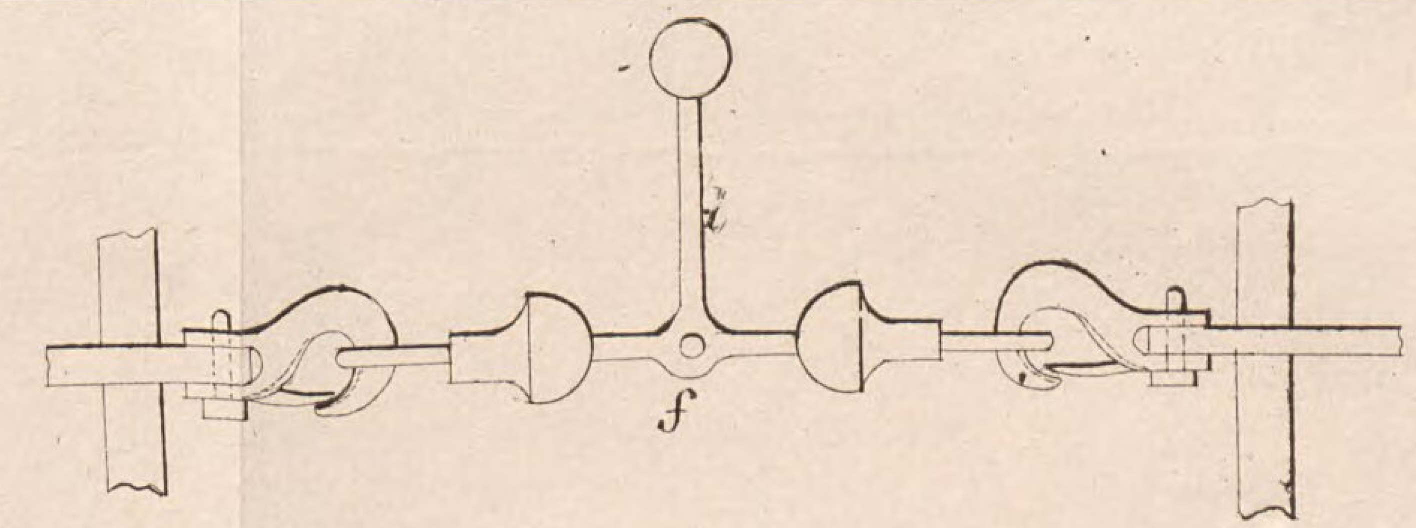
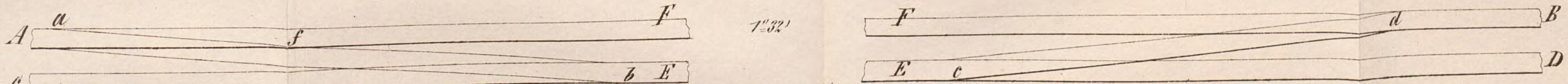


Fig. 38.

Fig. 39.



Spurweite 4' 8½" engl.

Fig. 40.

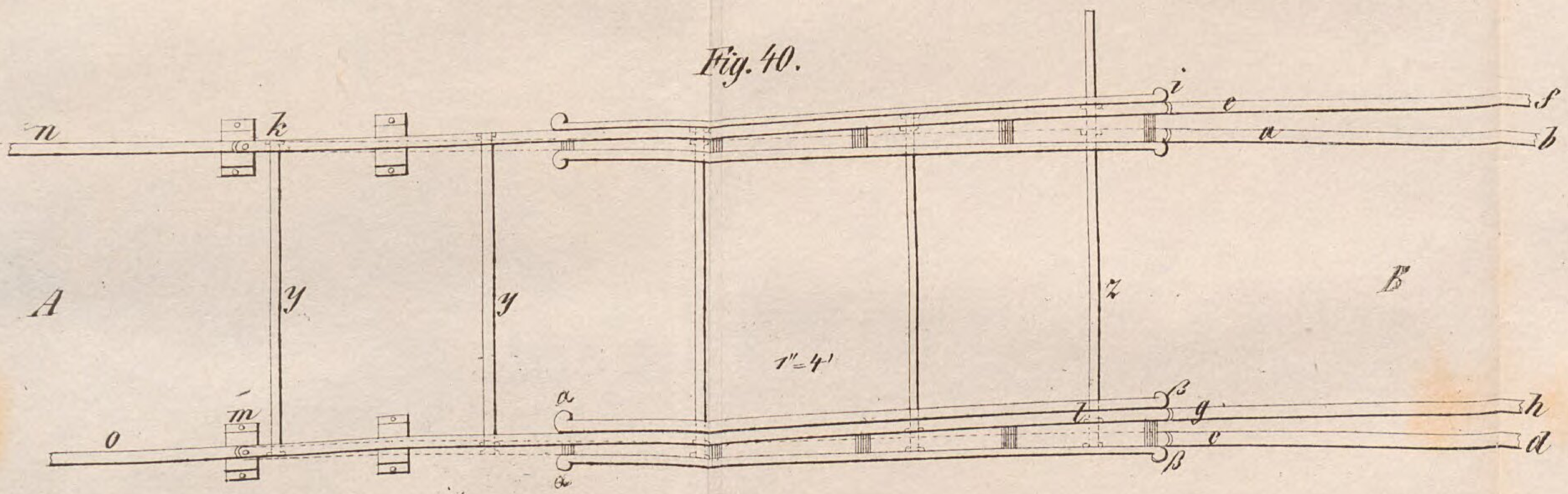


Fig. 41.

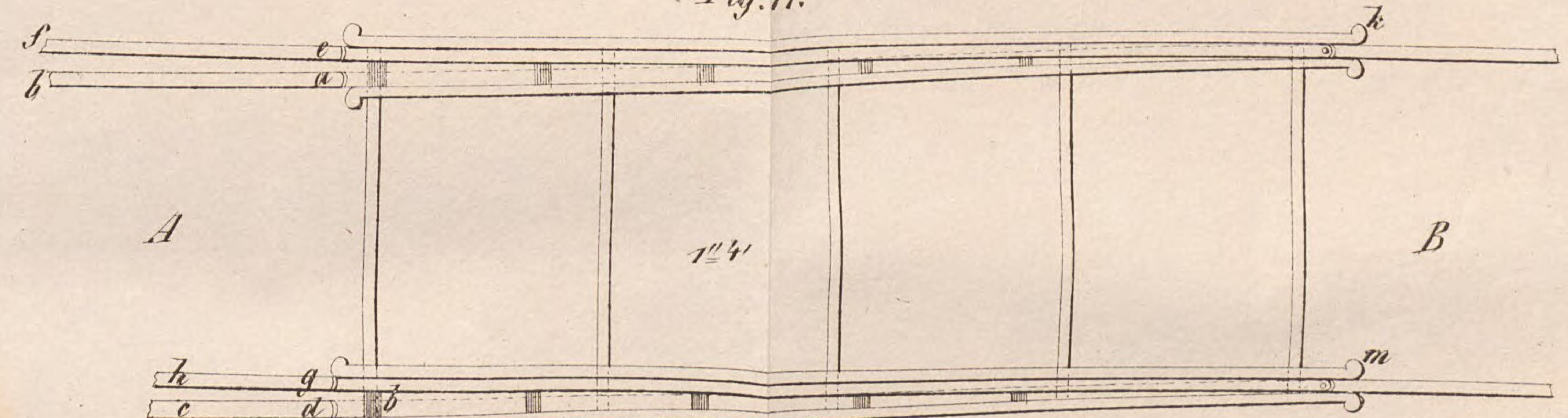


Fig. 43.

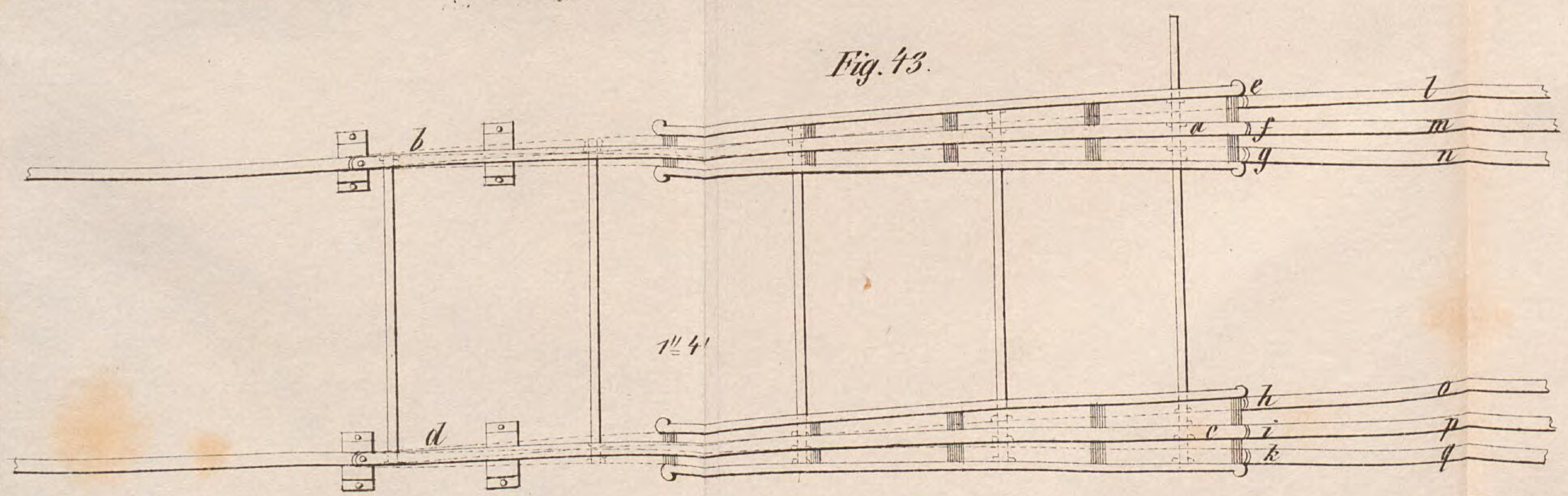


Fig. 42. A.

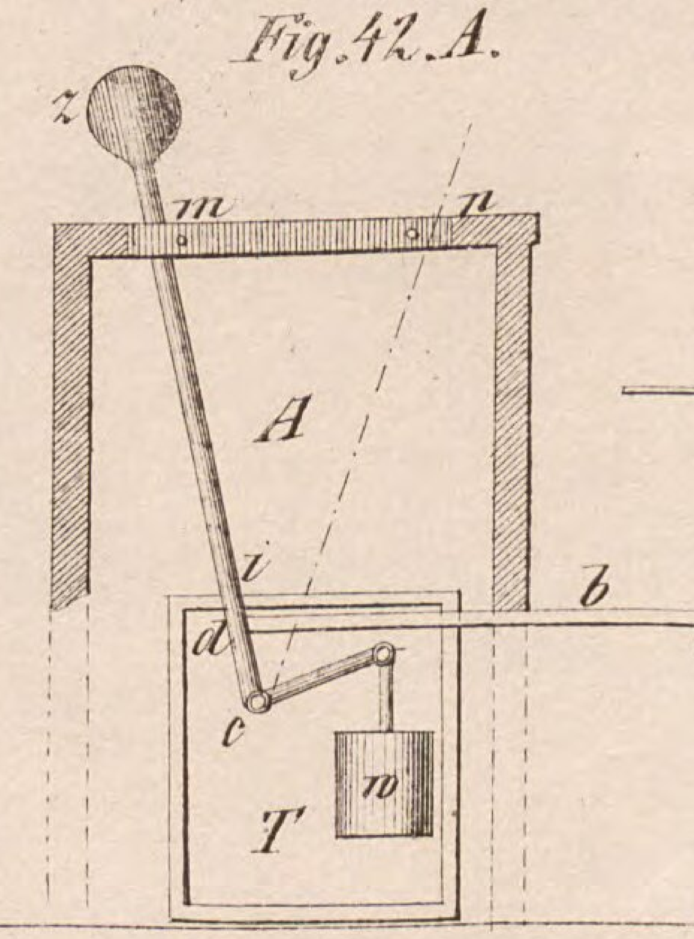


Fig. 42. B.

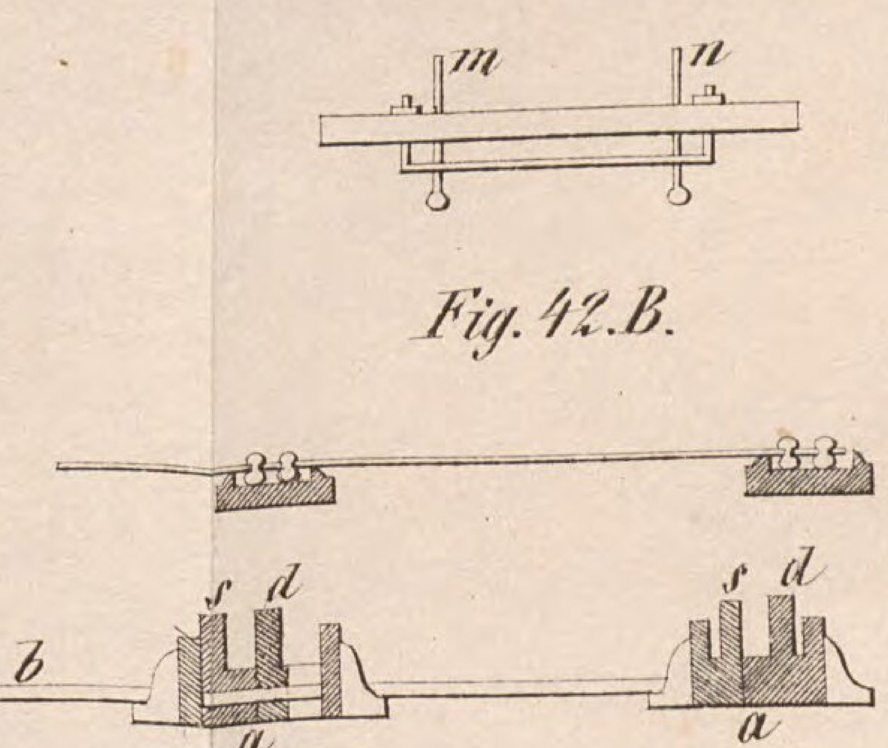


Fig. 46.

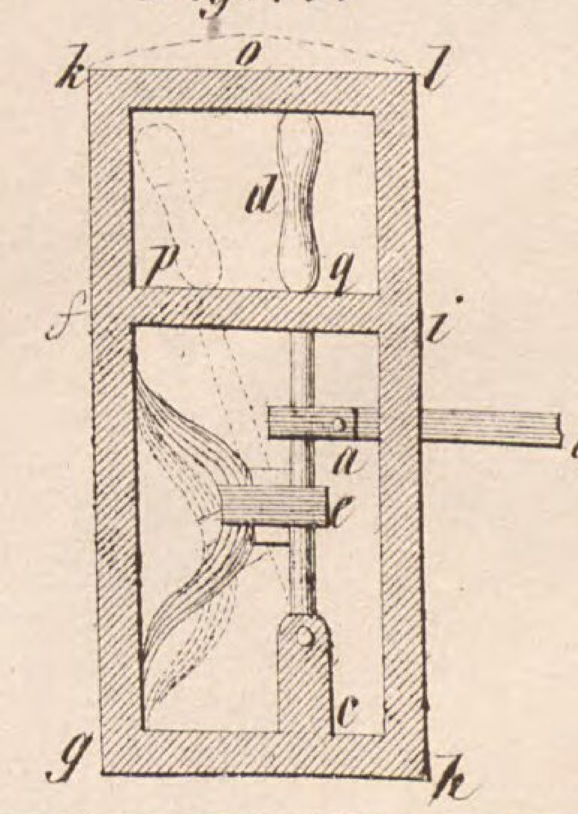


Fig. 44.

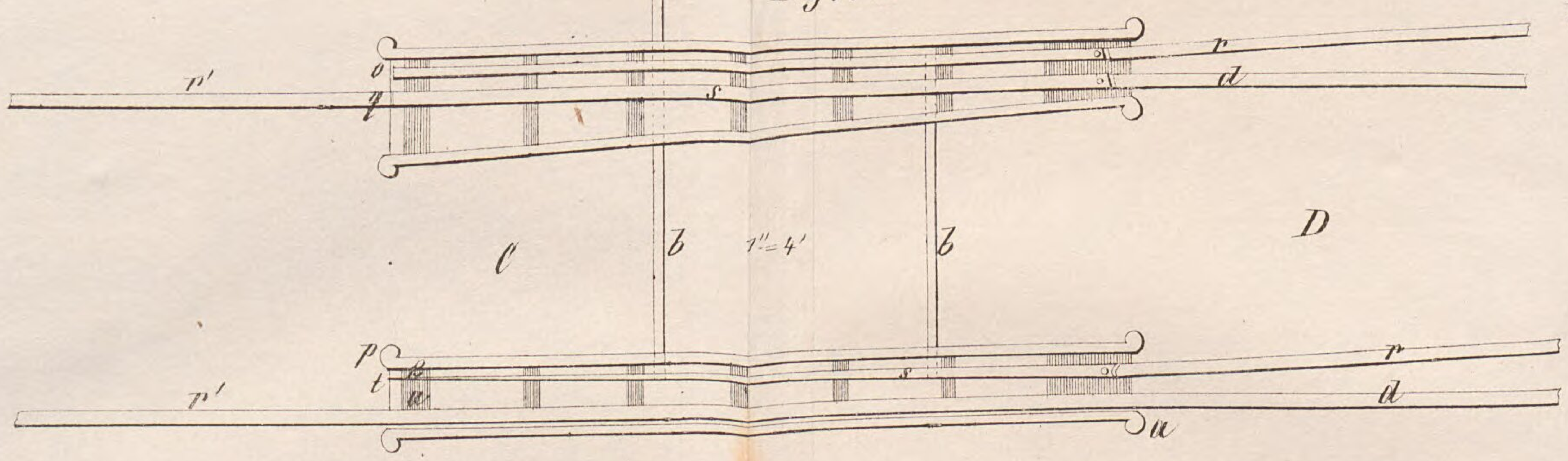


Fig. 45.

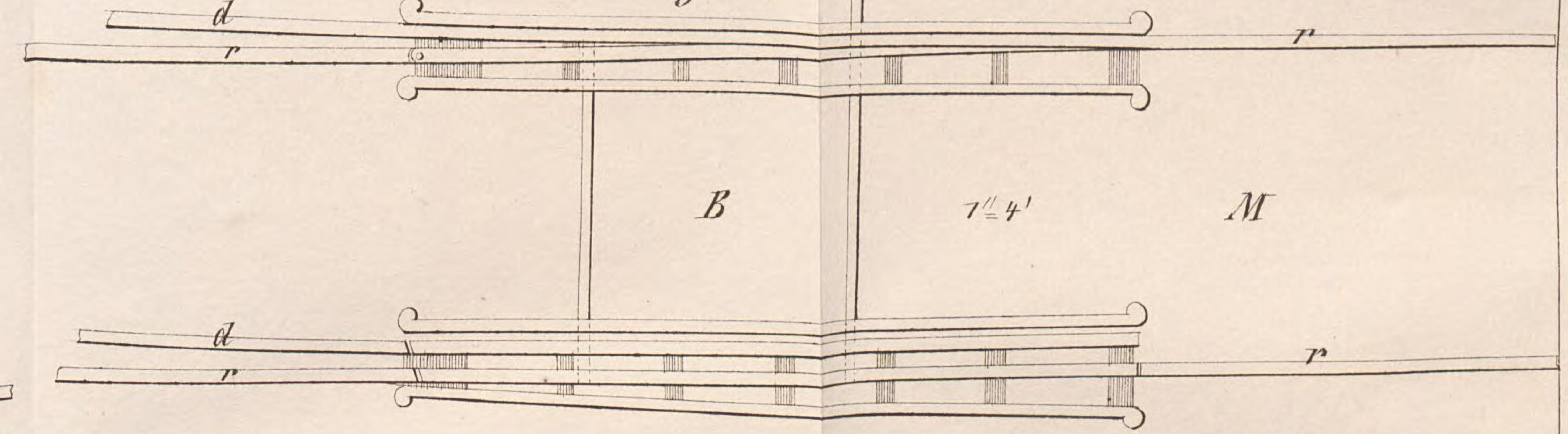


Fig. 47.

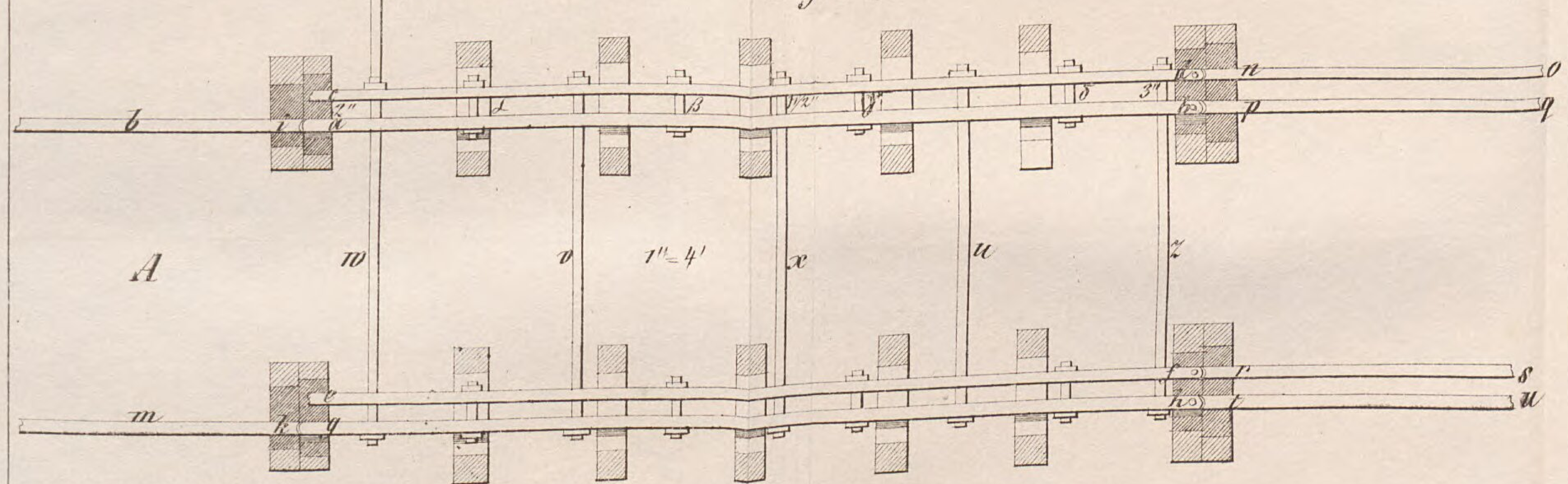


Fig. 48.

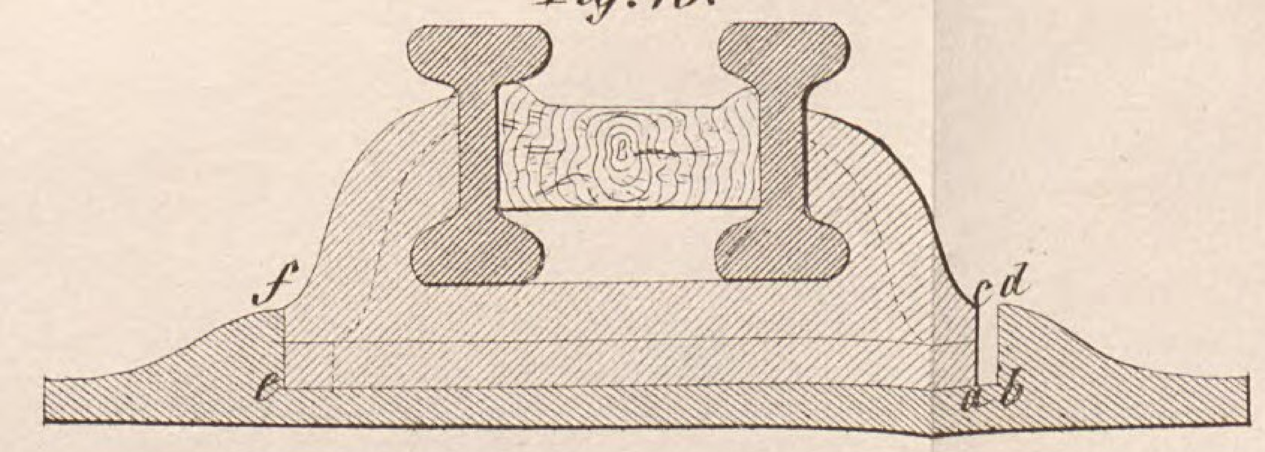


Fig. 49.

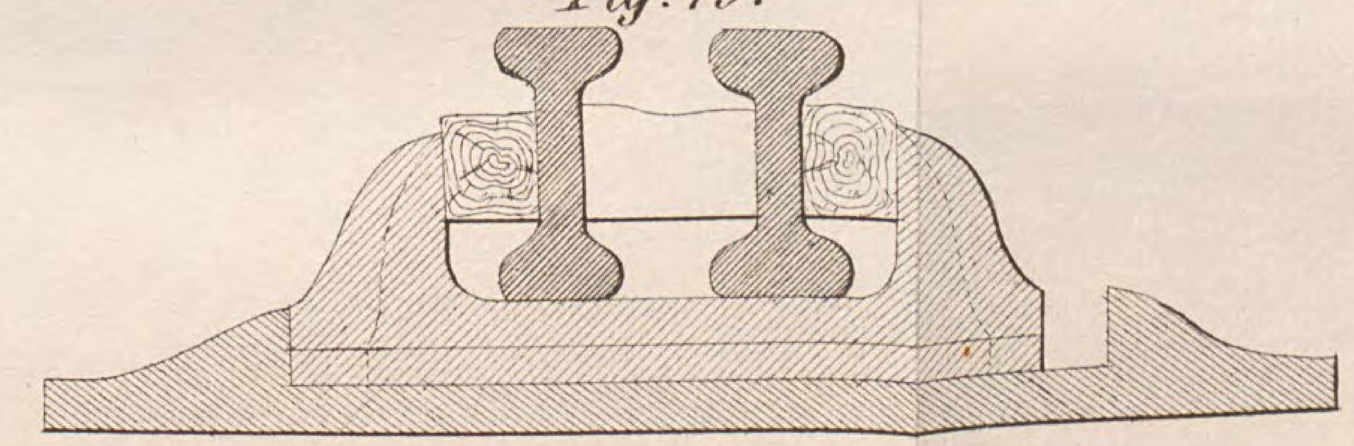


Fig. 52.

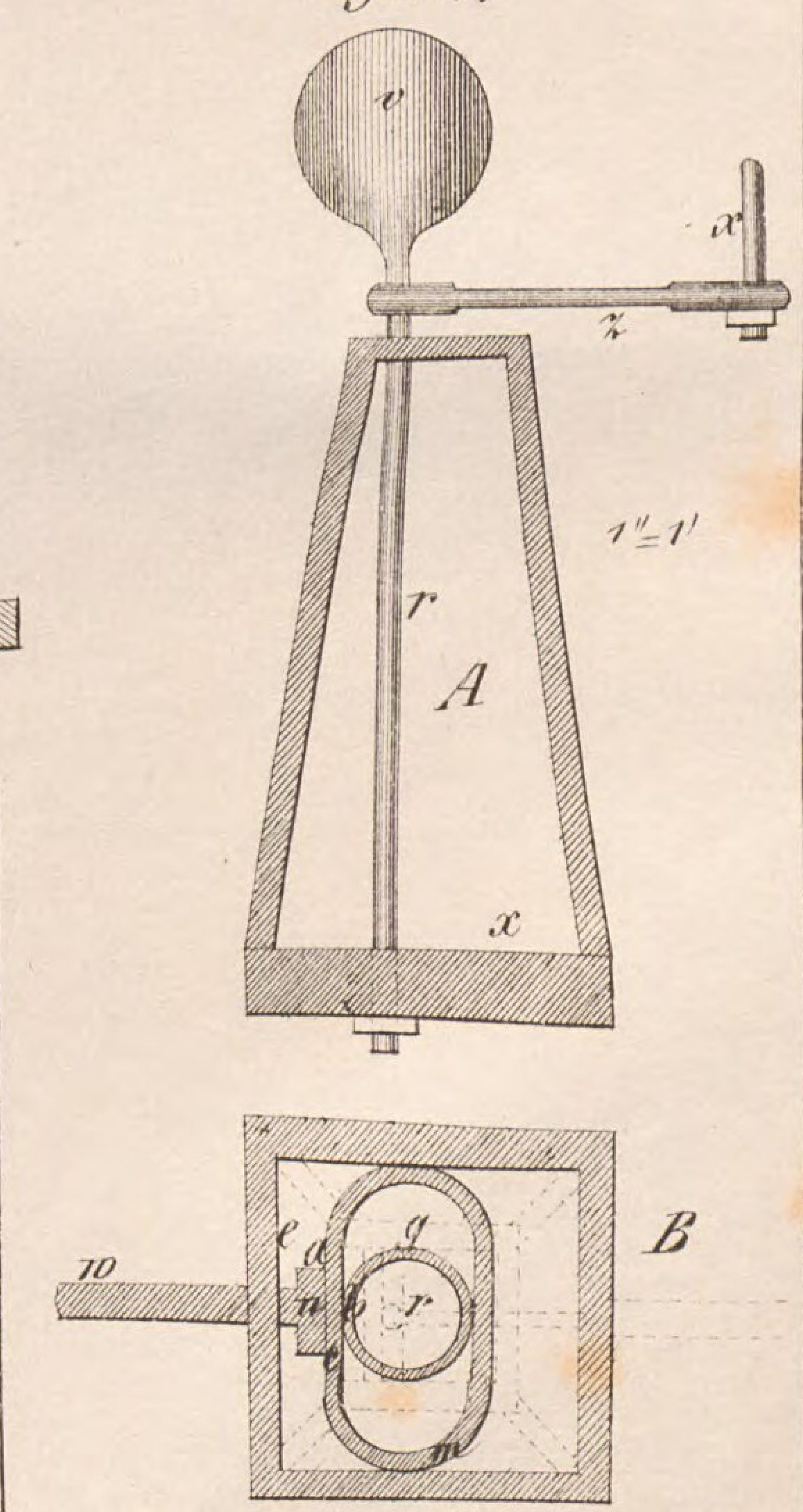


Fig. 51.

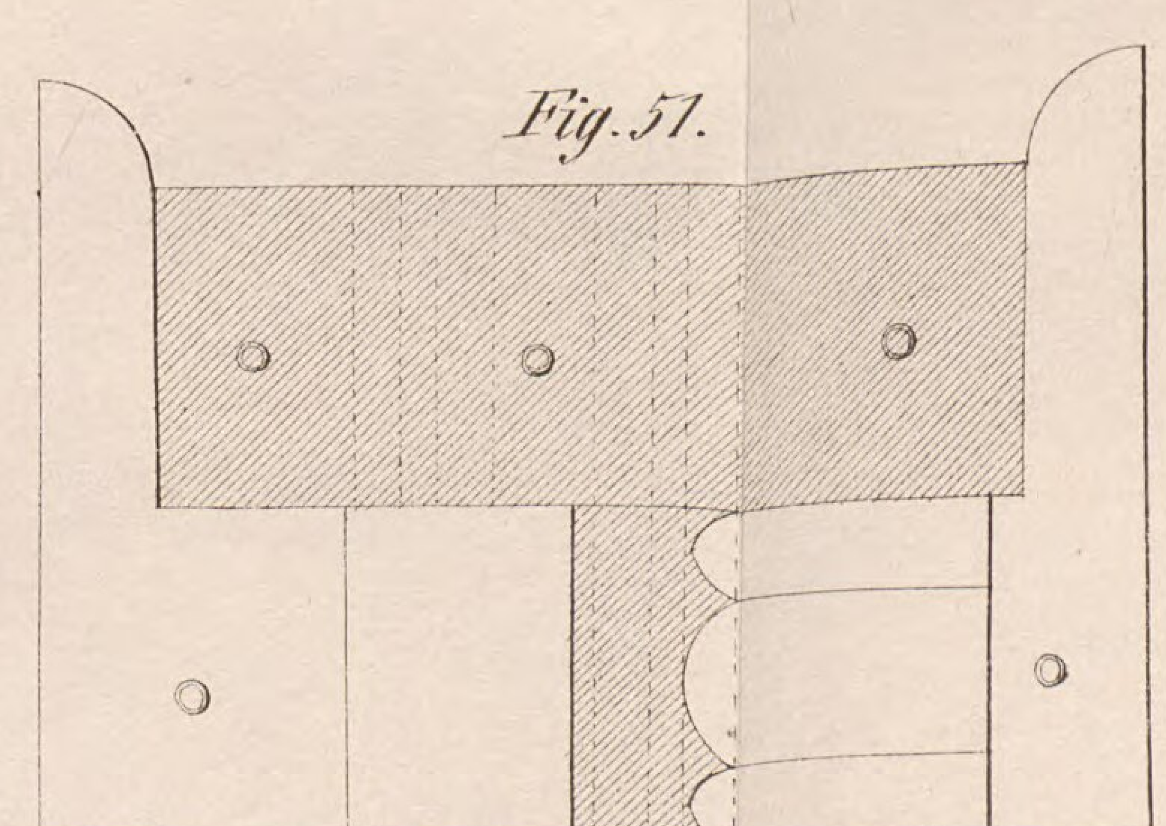


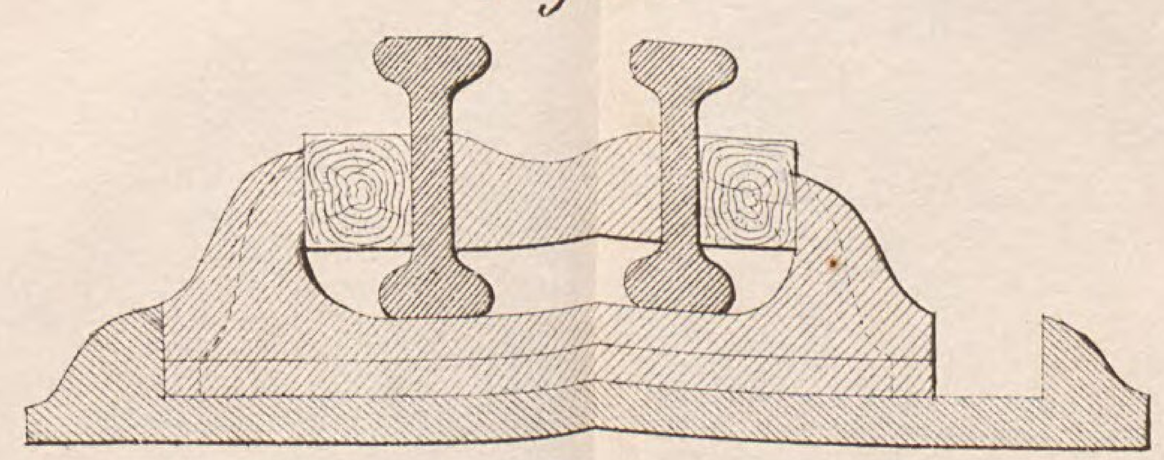
Fig. 54.



Fig. 55.




Fig. 50.




Fig. 53.
a b c d e f g h
A B C D E F M N
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 56.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.


Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 66.
Fig. 67.
Fig. 68.
Fig. 69
Fig. 70.
Fig. 71.
Fig. 72.
Fig. 73.
Fig. 74.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 77.
Fig. 78.
Fig. 79.
Fig. 80.
Fig. 81.
Fig. 82.
Fig. 83.
Linie der
Bahnschienen.
Höhe des
Planums.
Anlage des Planums 1:1.
Höhe des Fahrweg Bodens
Anlage 1:2
Anlage 1' 1'
Bogen
Mittel
Linie.
Bahn
Linie.
Ziegel auf der hohen Kante
Fahrweg.
4' 8½"
17' 6"

Taf. VI.



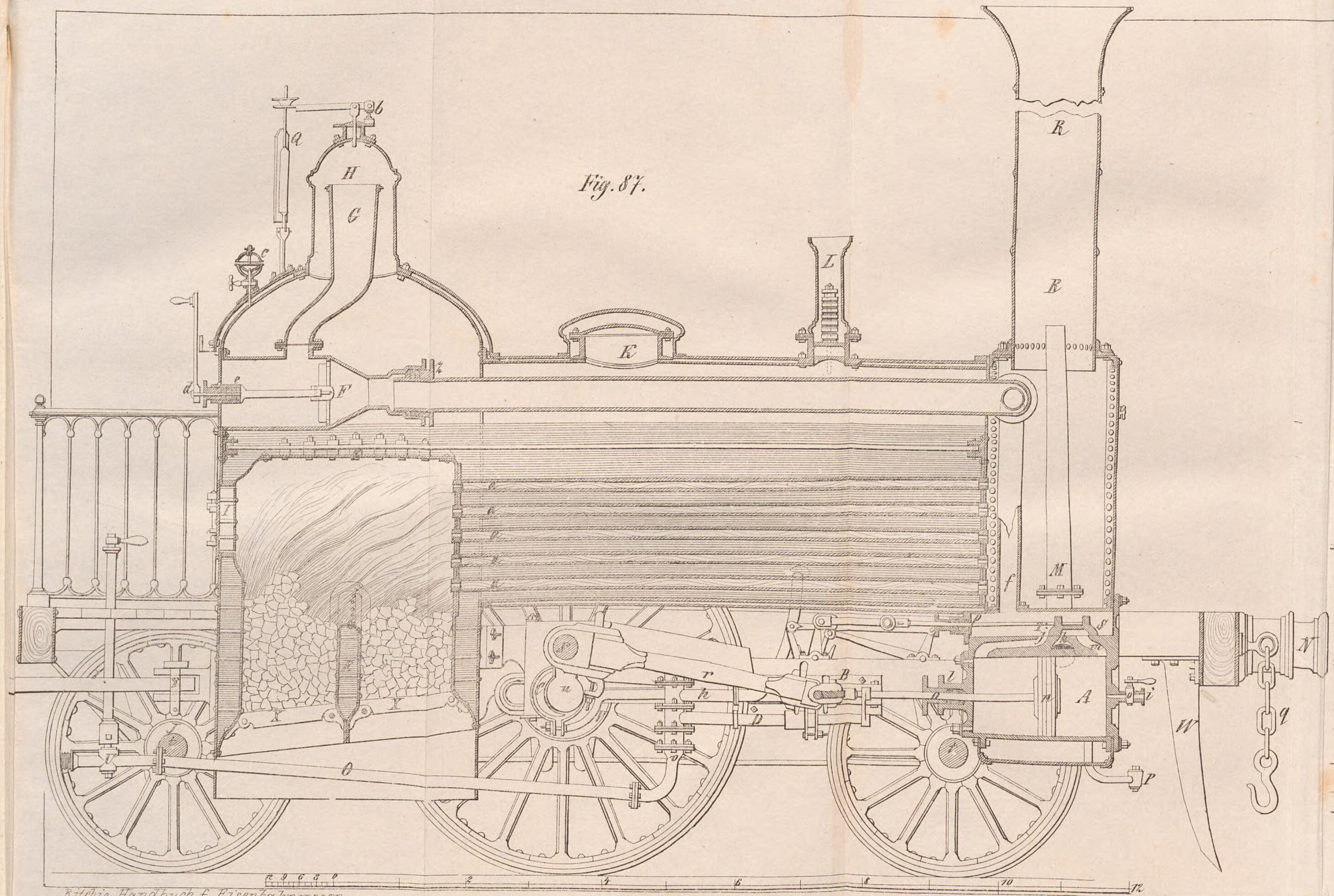


Fig. 87.

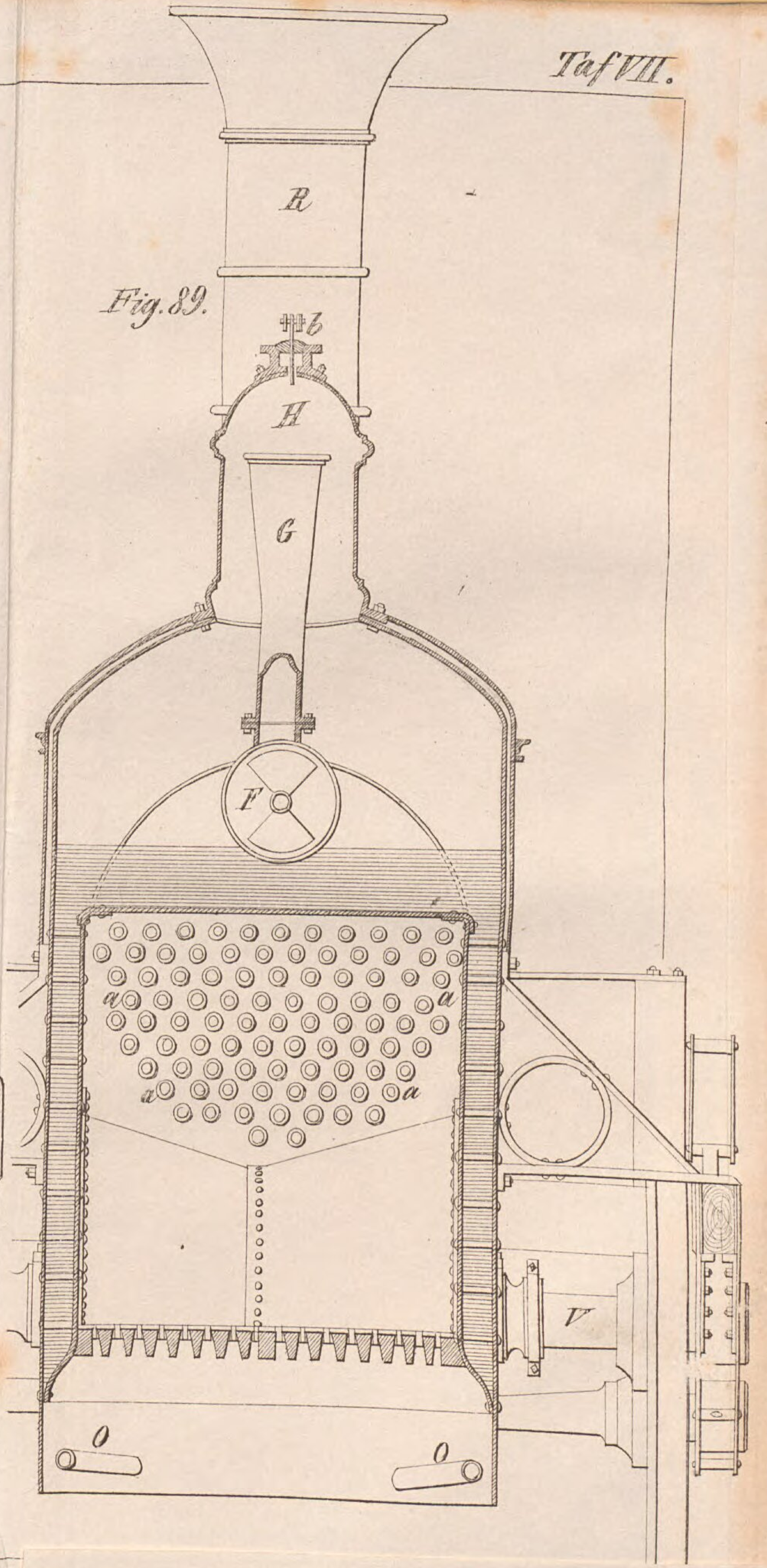


Fig. 89.

Fig. 88.

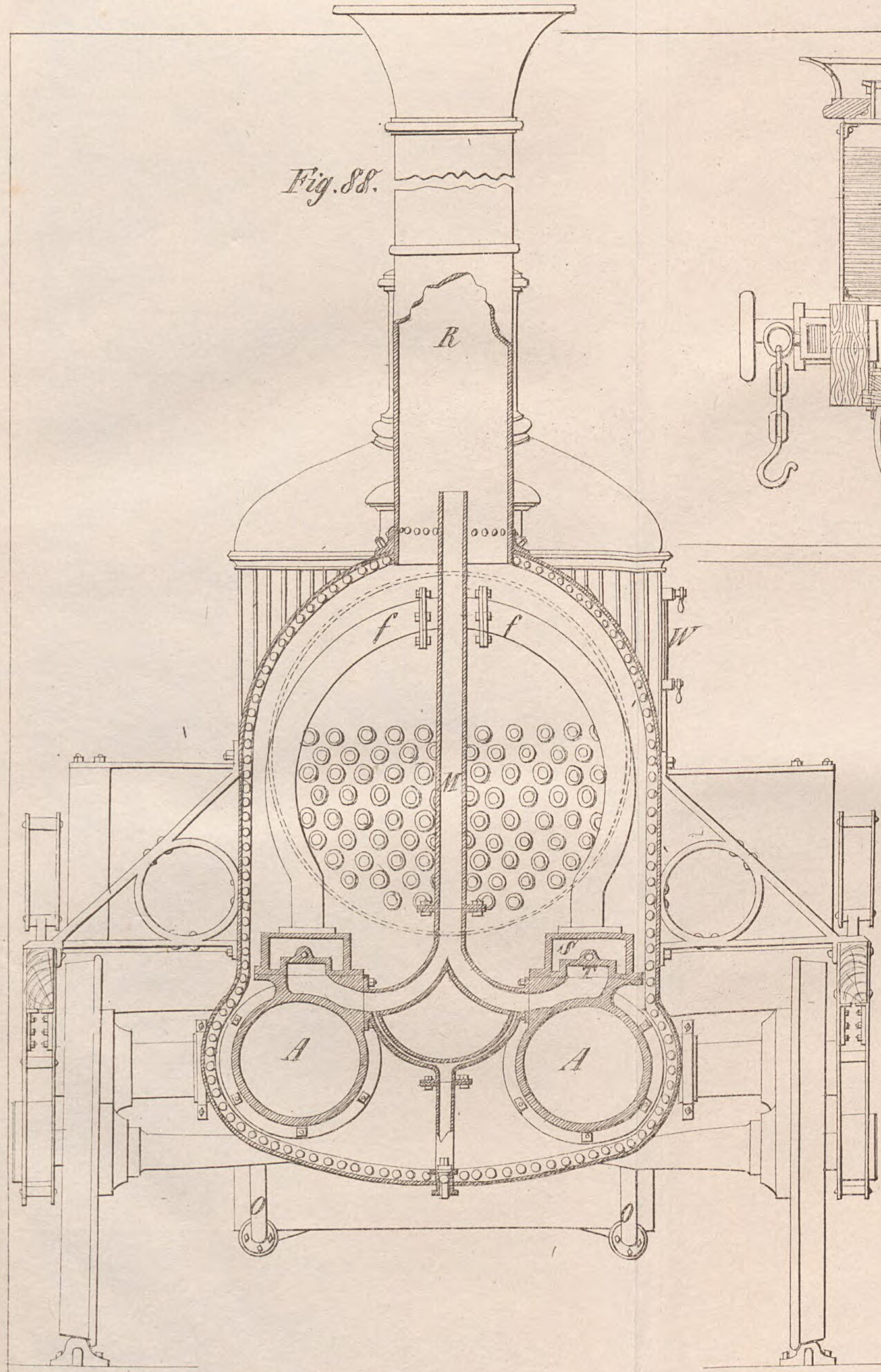


Fig. 91.

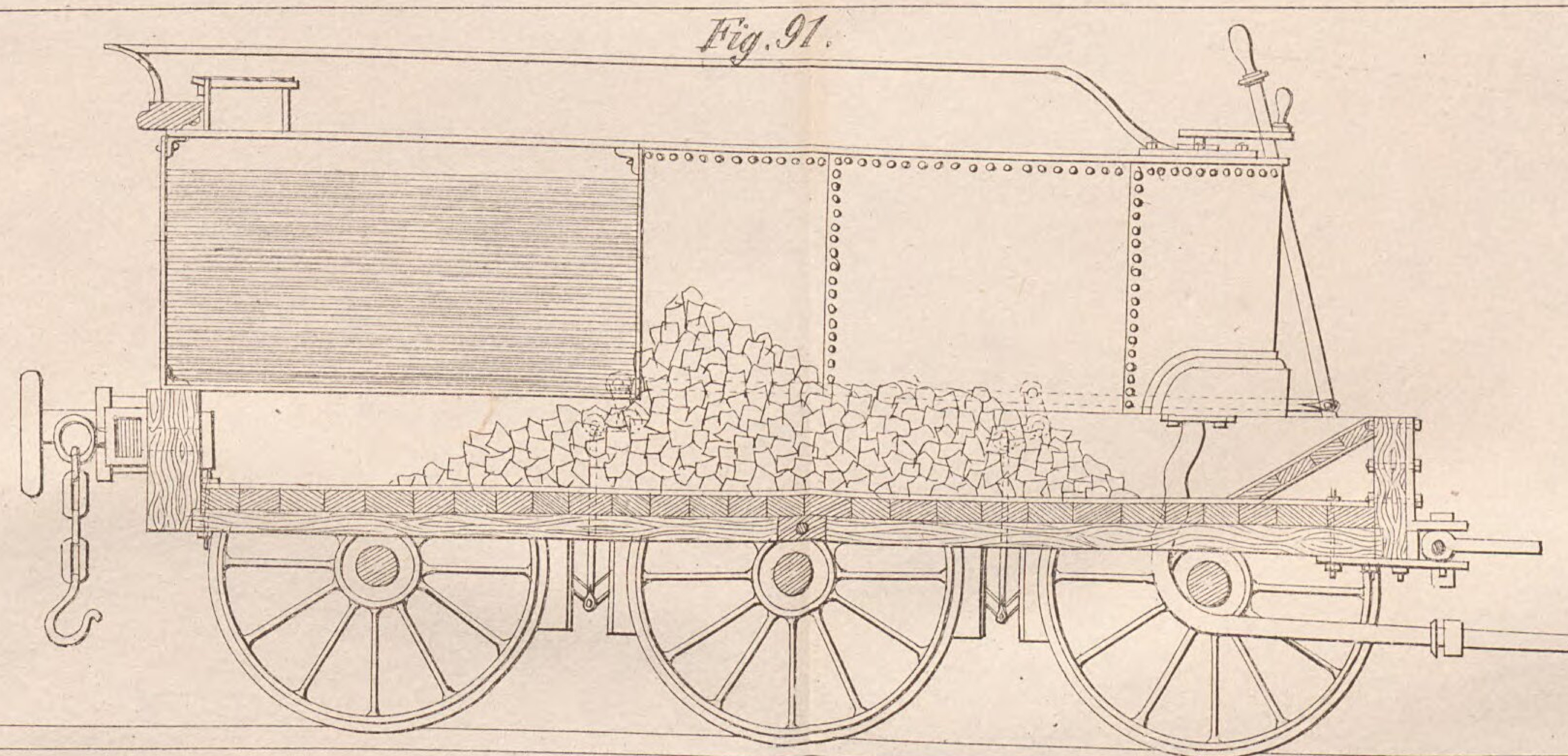
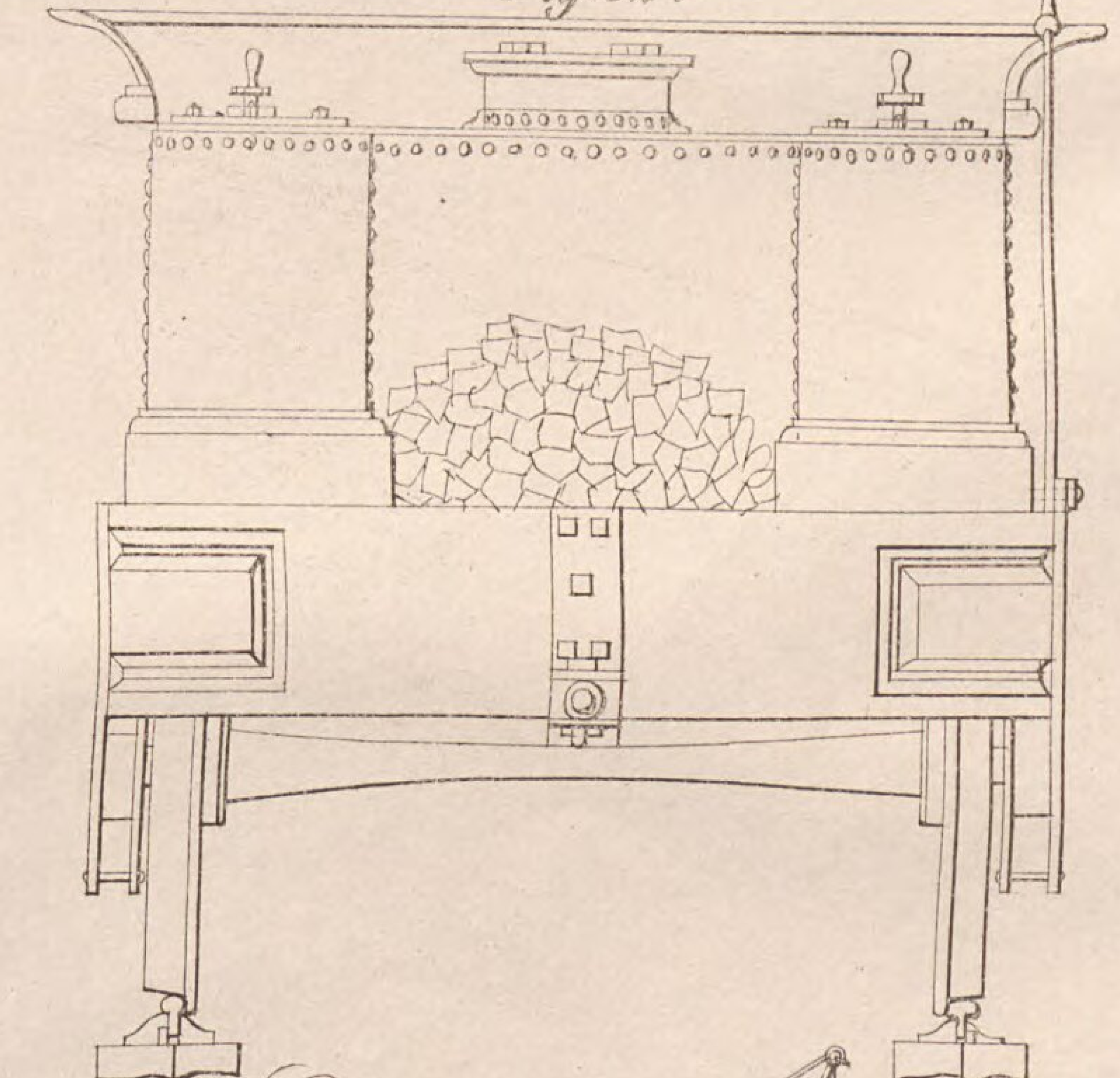


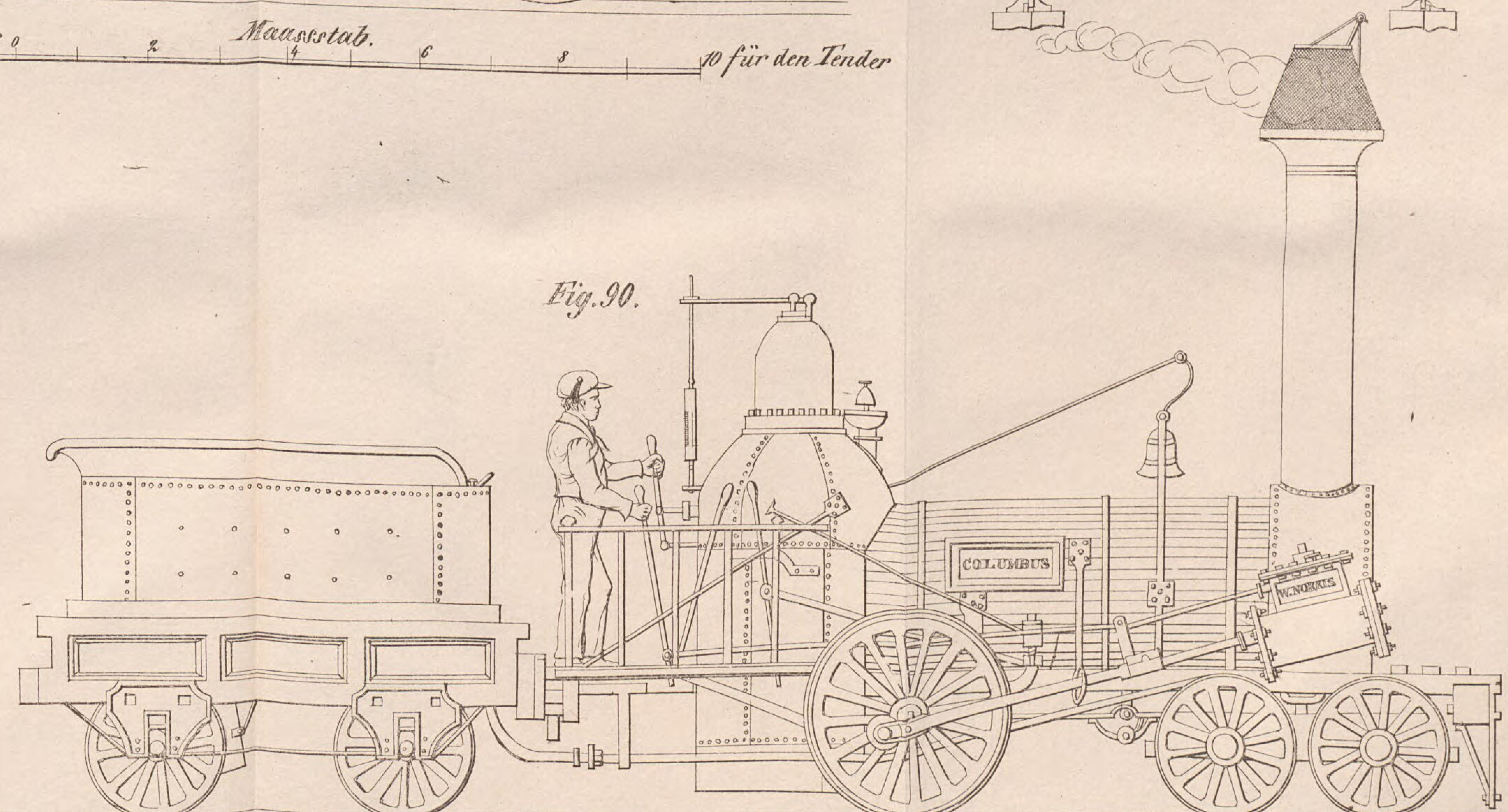
Fig. 92.



Maassstab.

12 9 6 3 0 2 4 6 8 10 für den Tender

Fig. 90.





Taf. IX.

Fig. 95.

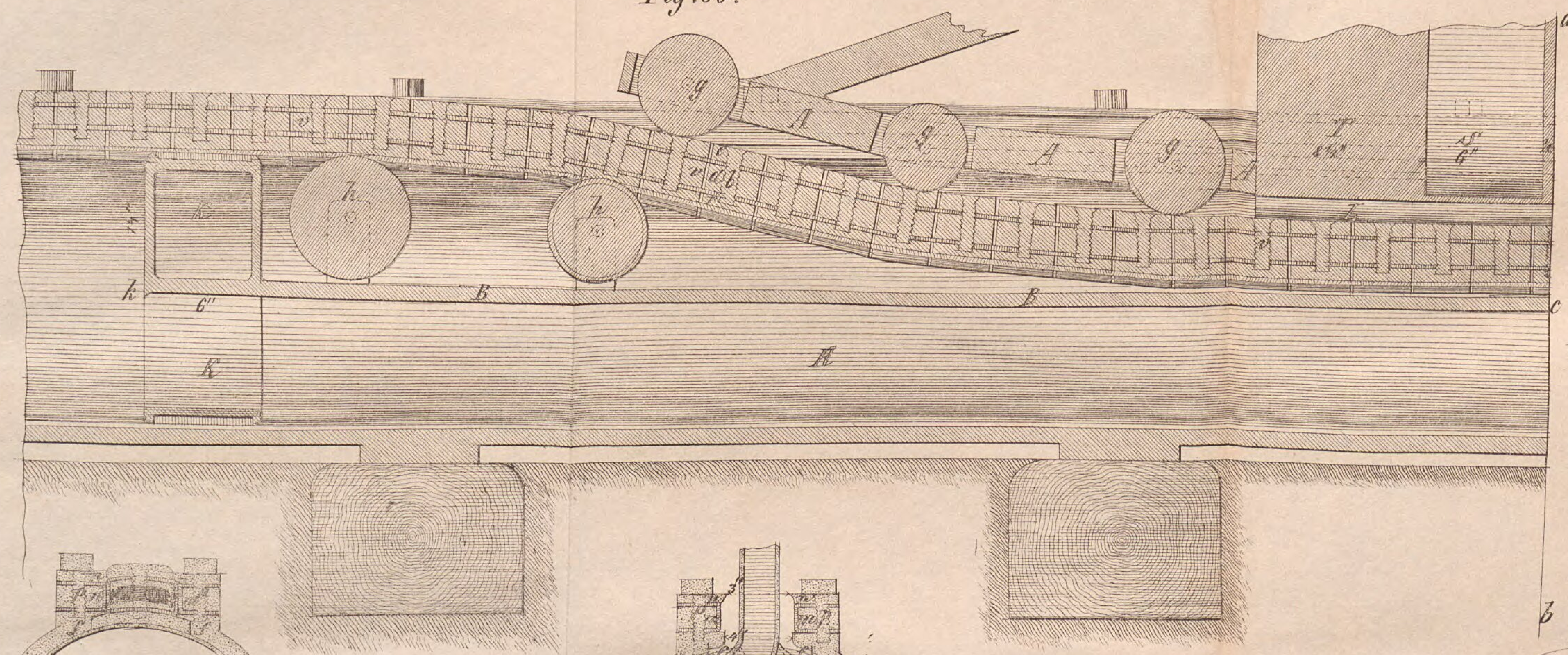


Fig. 93.

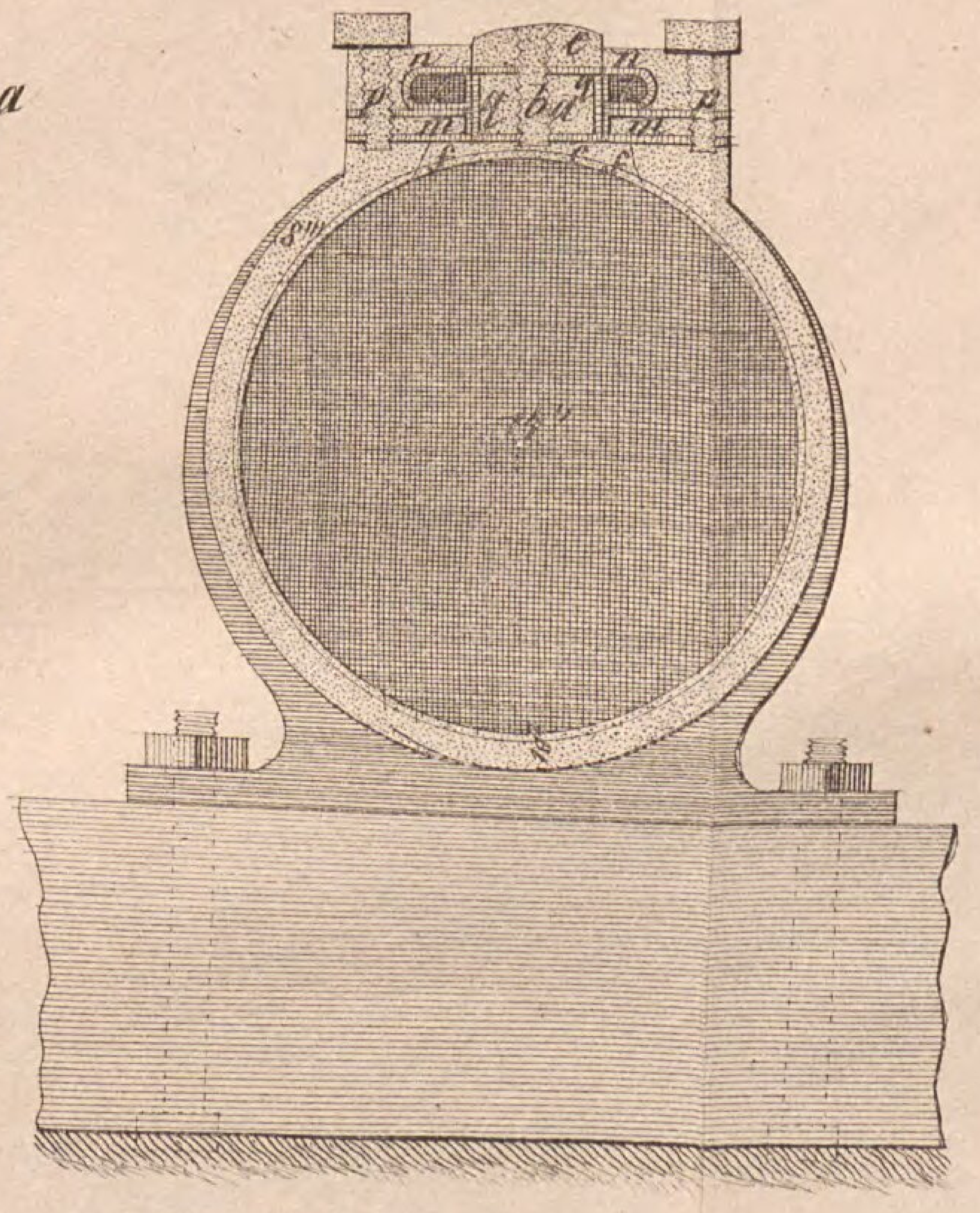
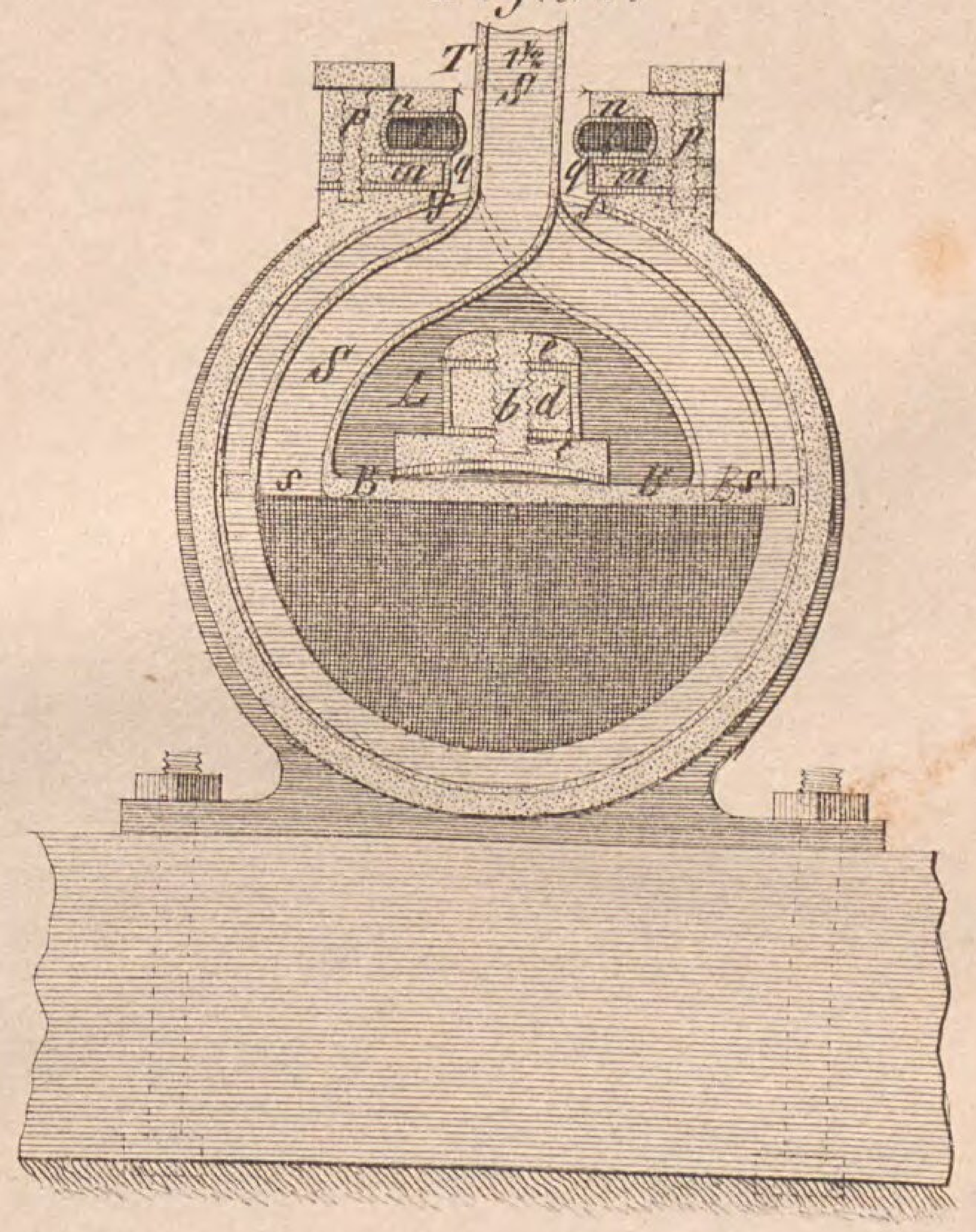


Fig. 94.



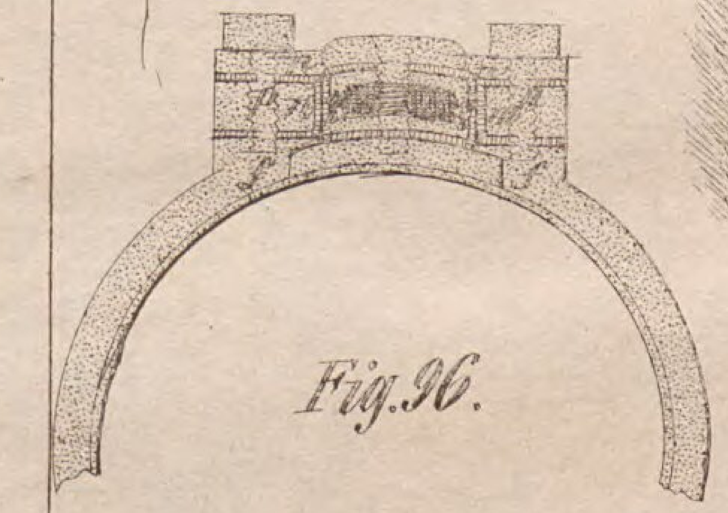


Fig. 96.

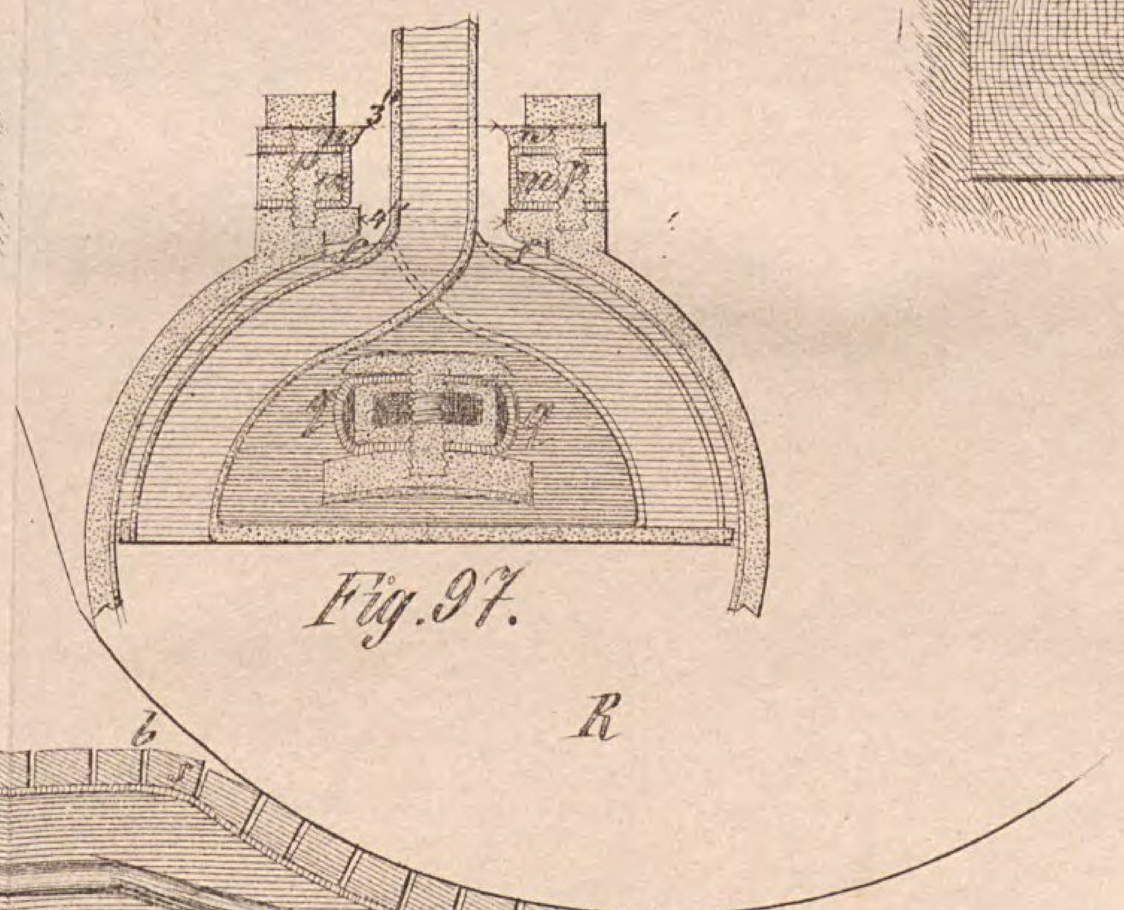


Fig. 97.

Fig. 99.

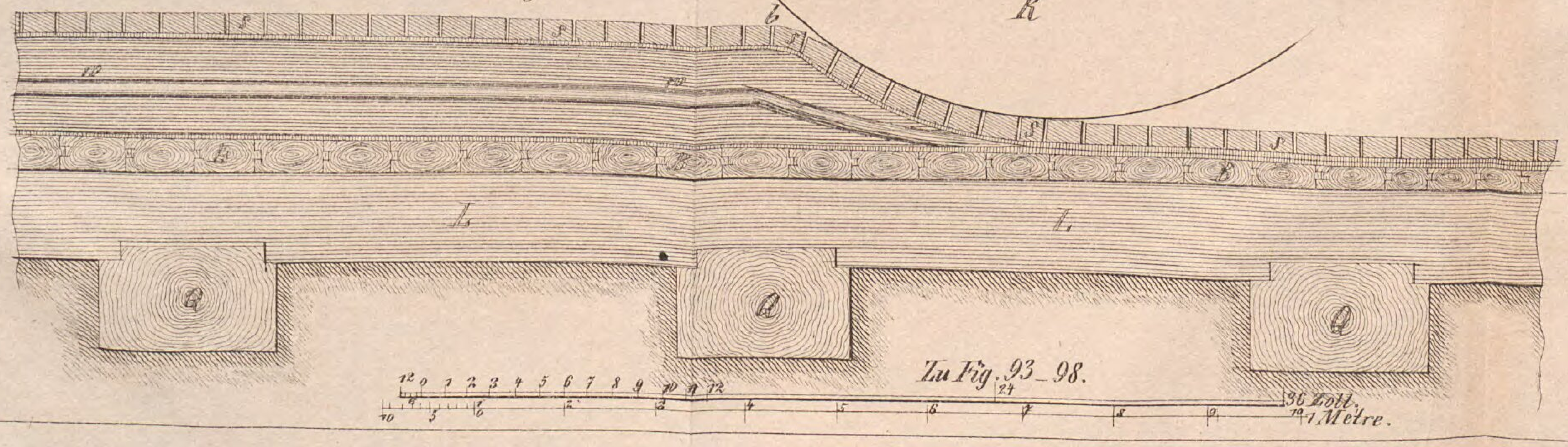


Fig. 100.

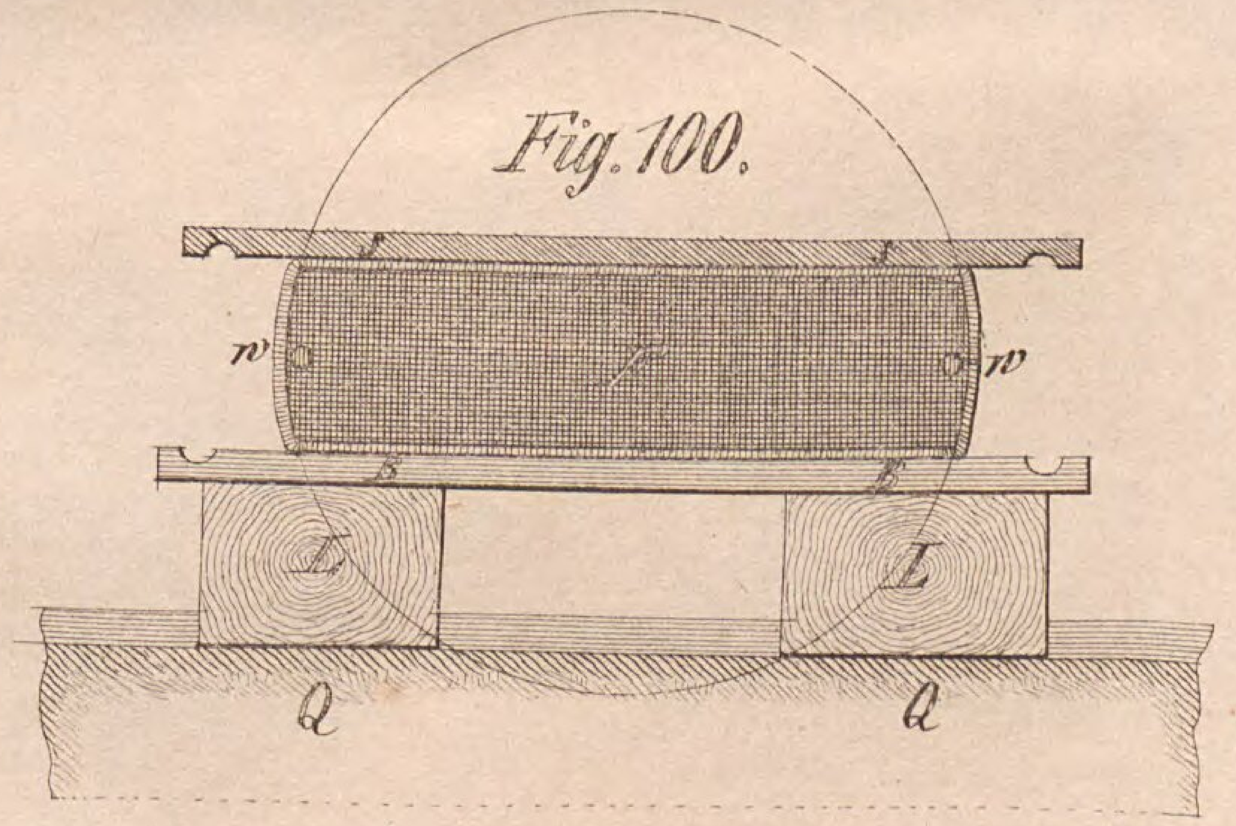


Fig. 101.

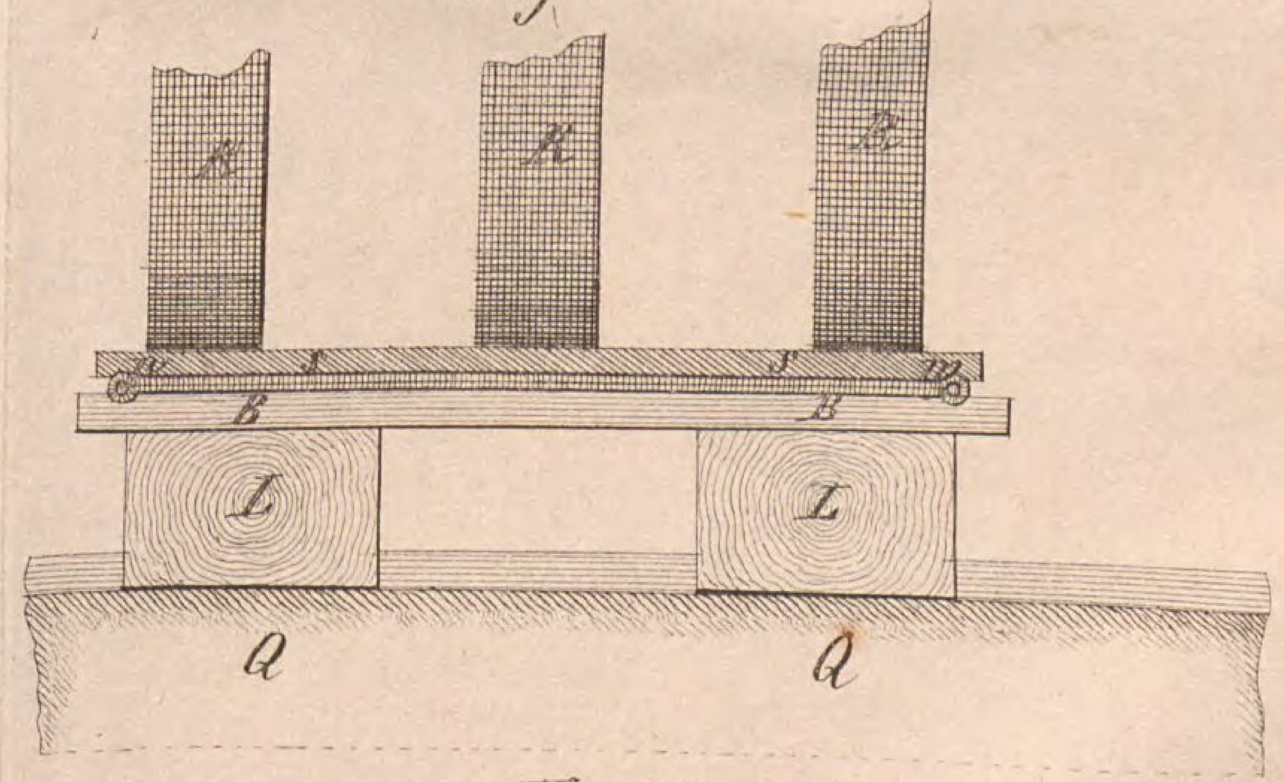
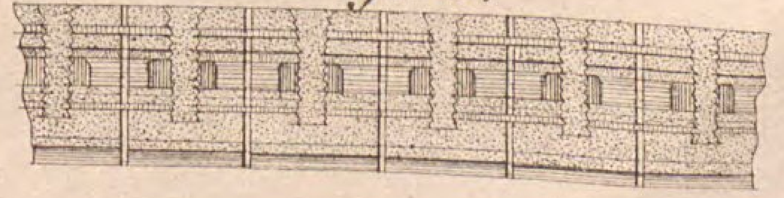


Fig. 98.



Zu Fig. 93_98.

Zu Fig. 99, 100 u. 101.

Fig. 102.

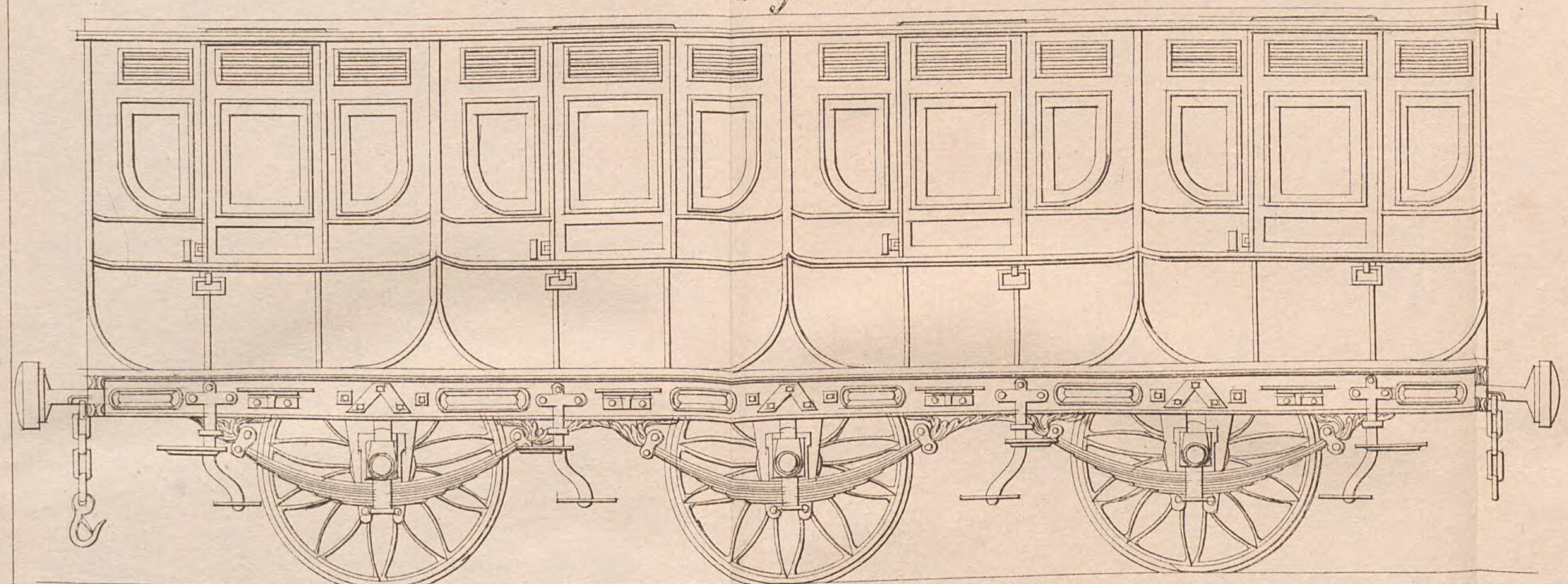


Fig. 105.

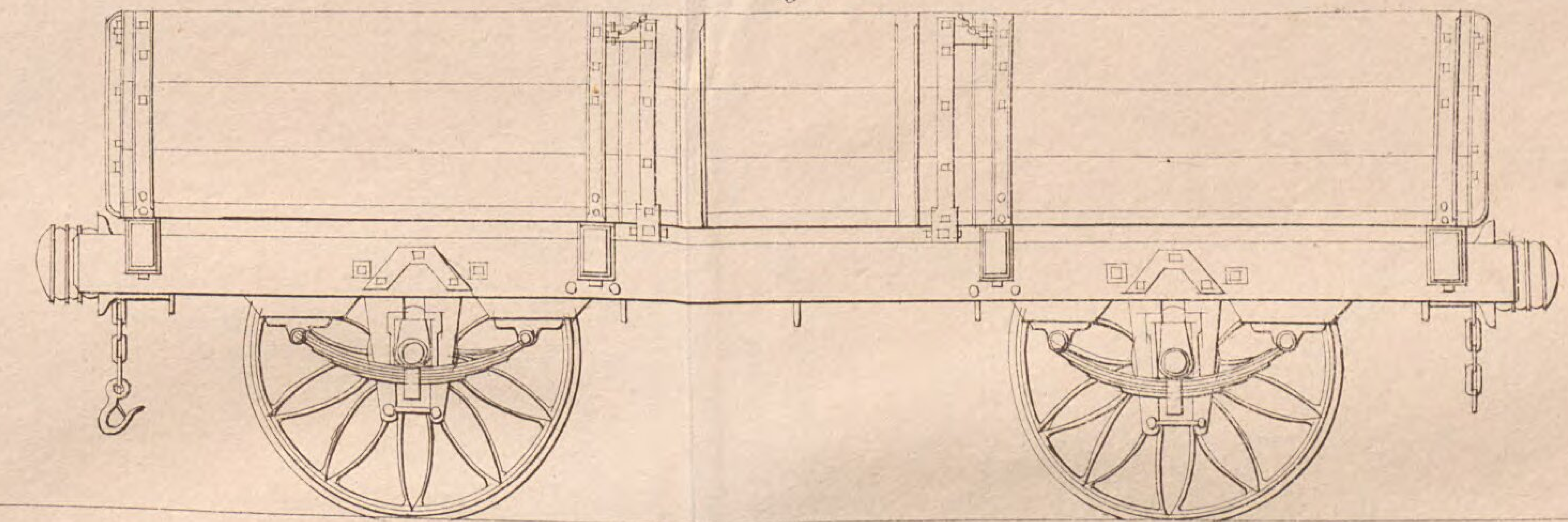


Fig. 6.

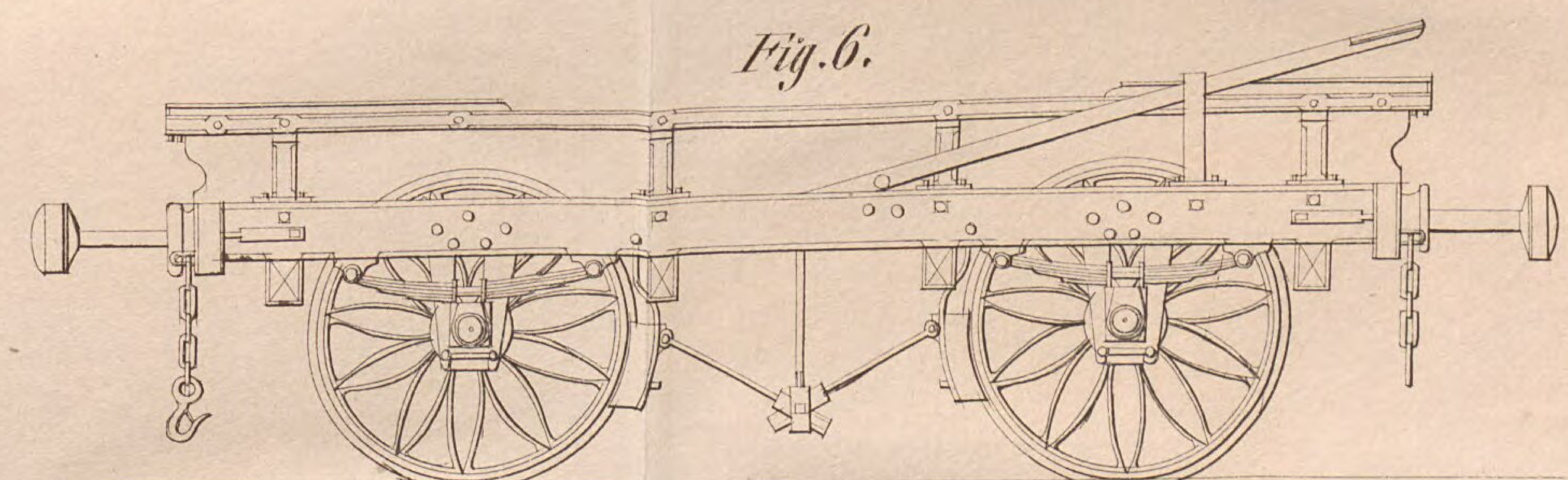


Fig. 104.

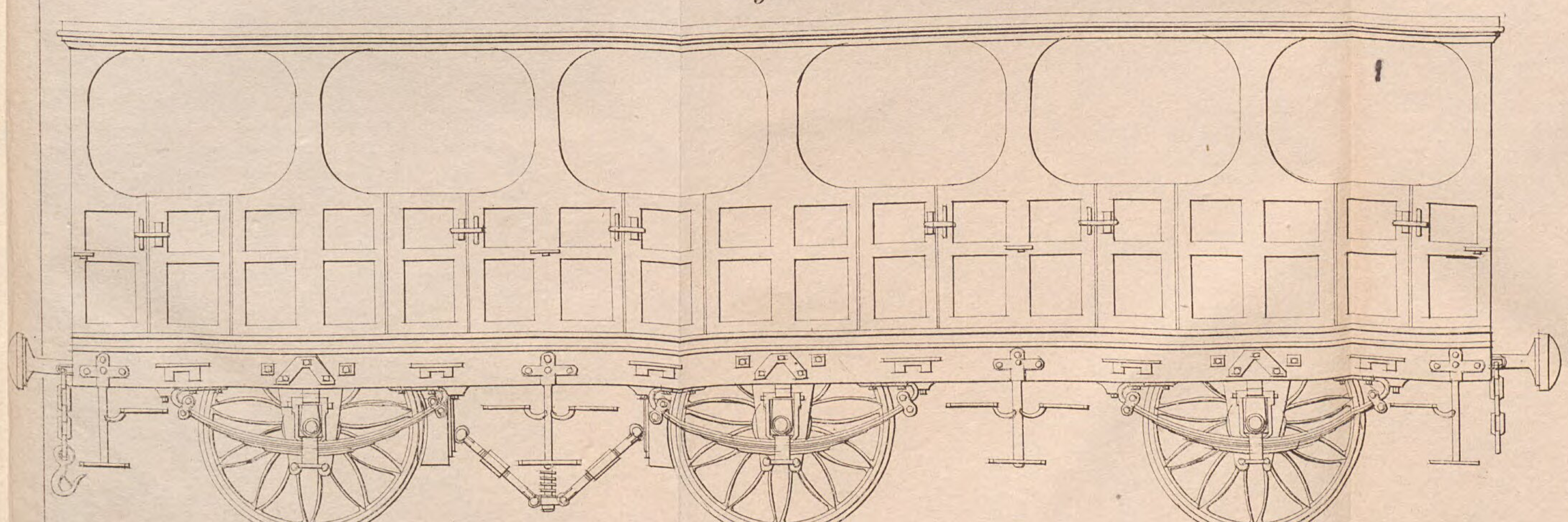
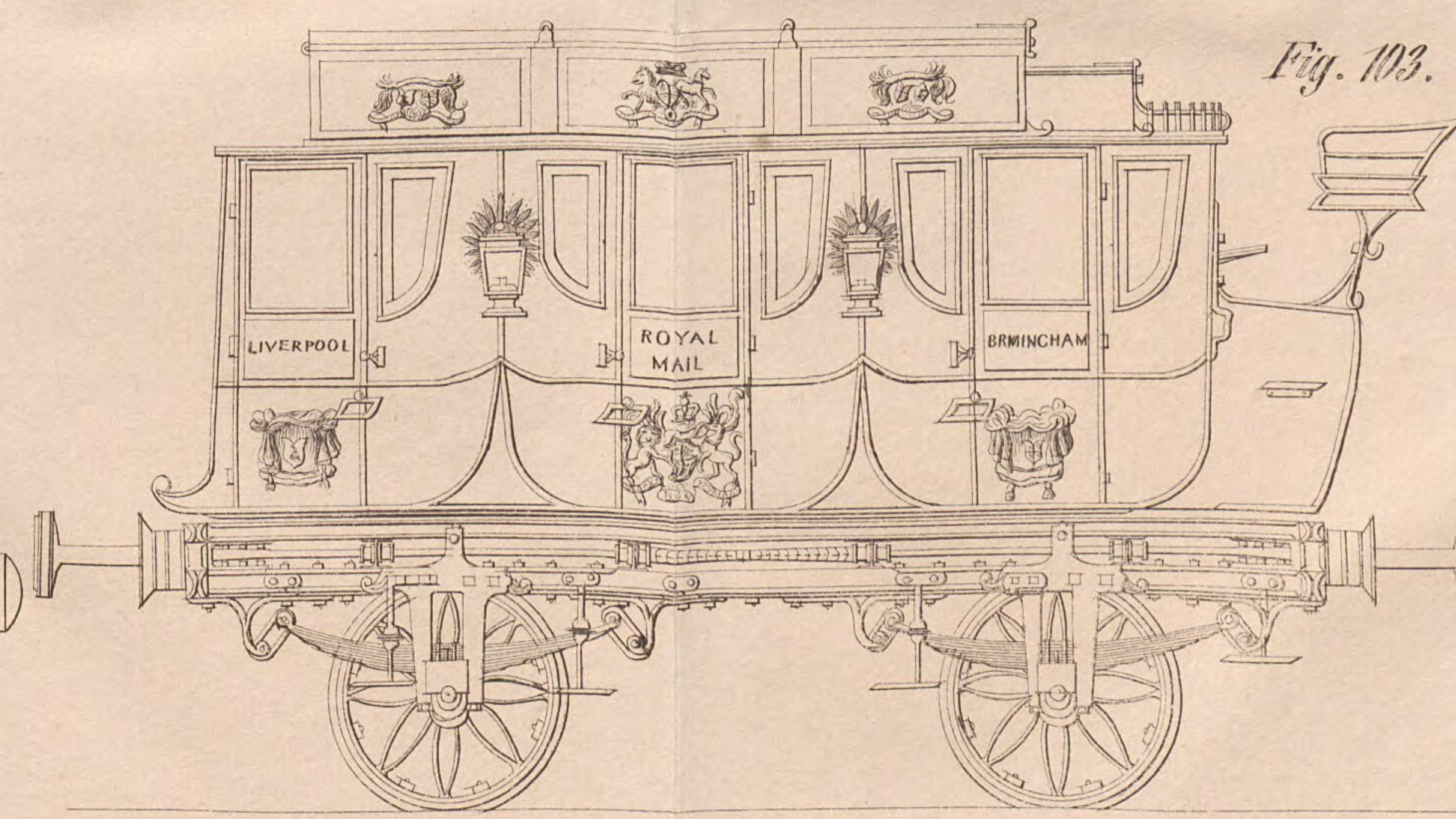


Fig. 103.



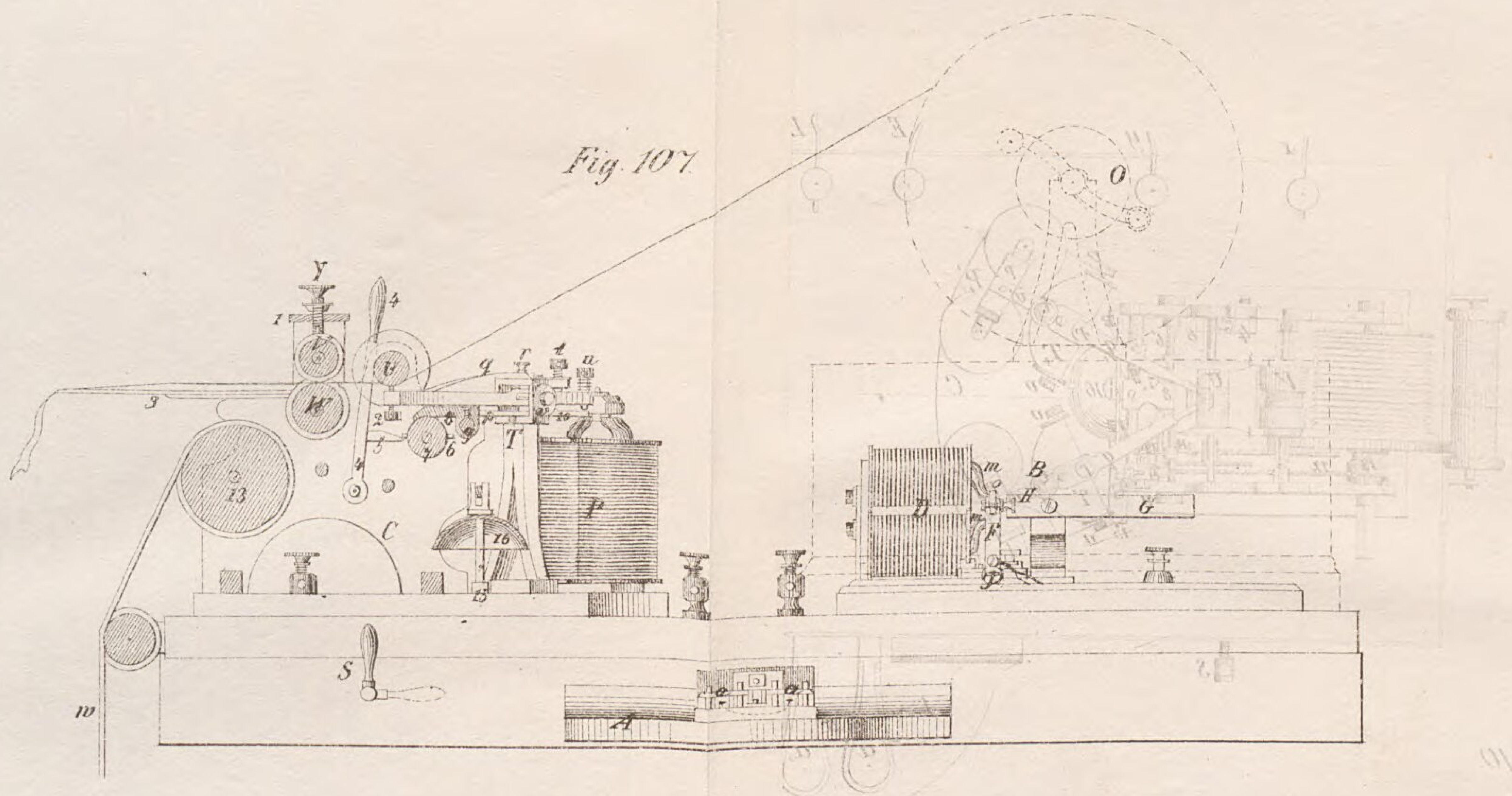


Fig. 107.

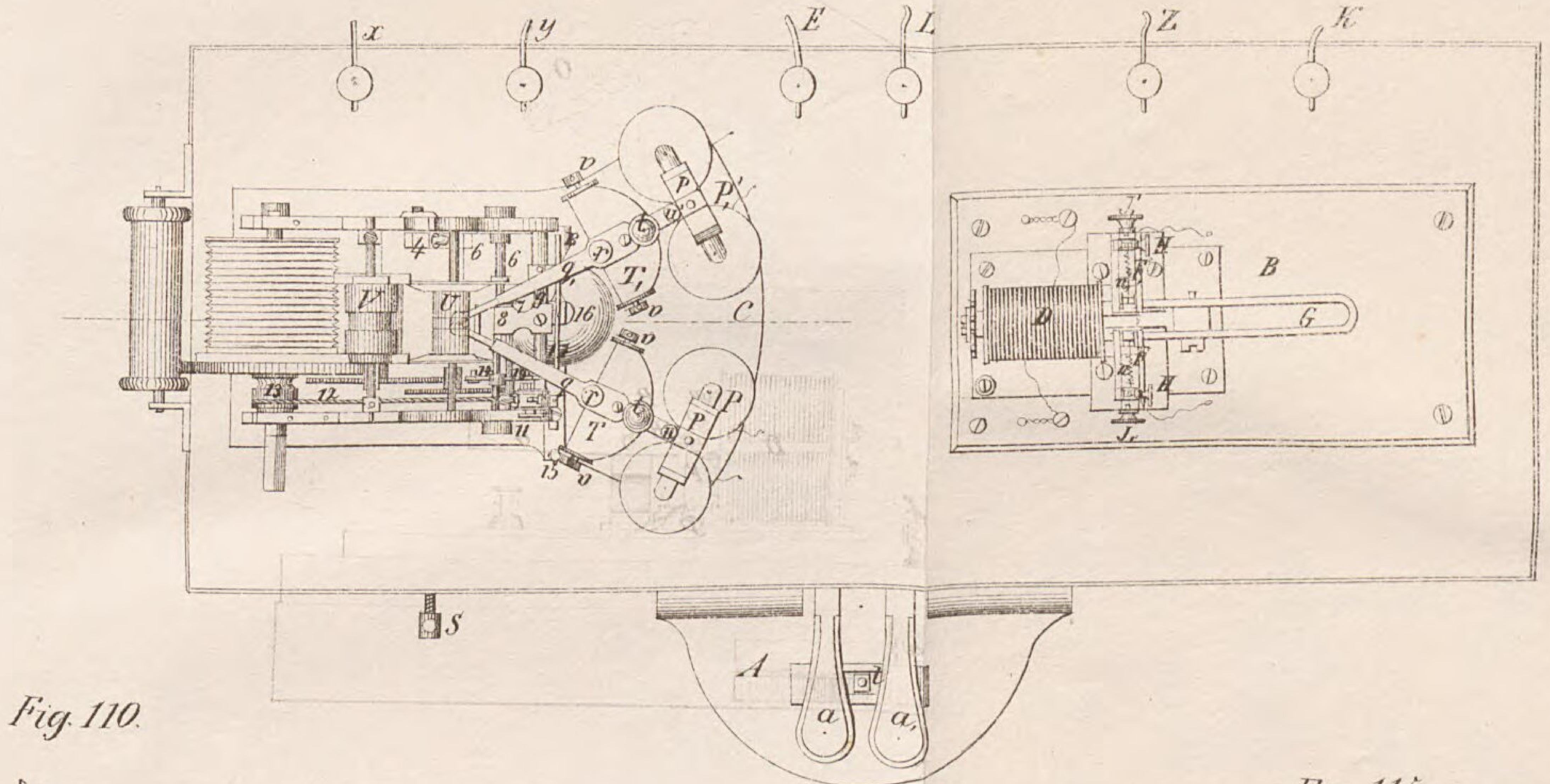


Fig. 108.

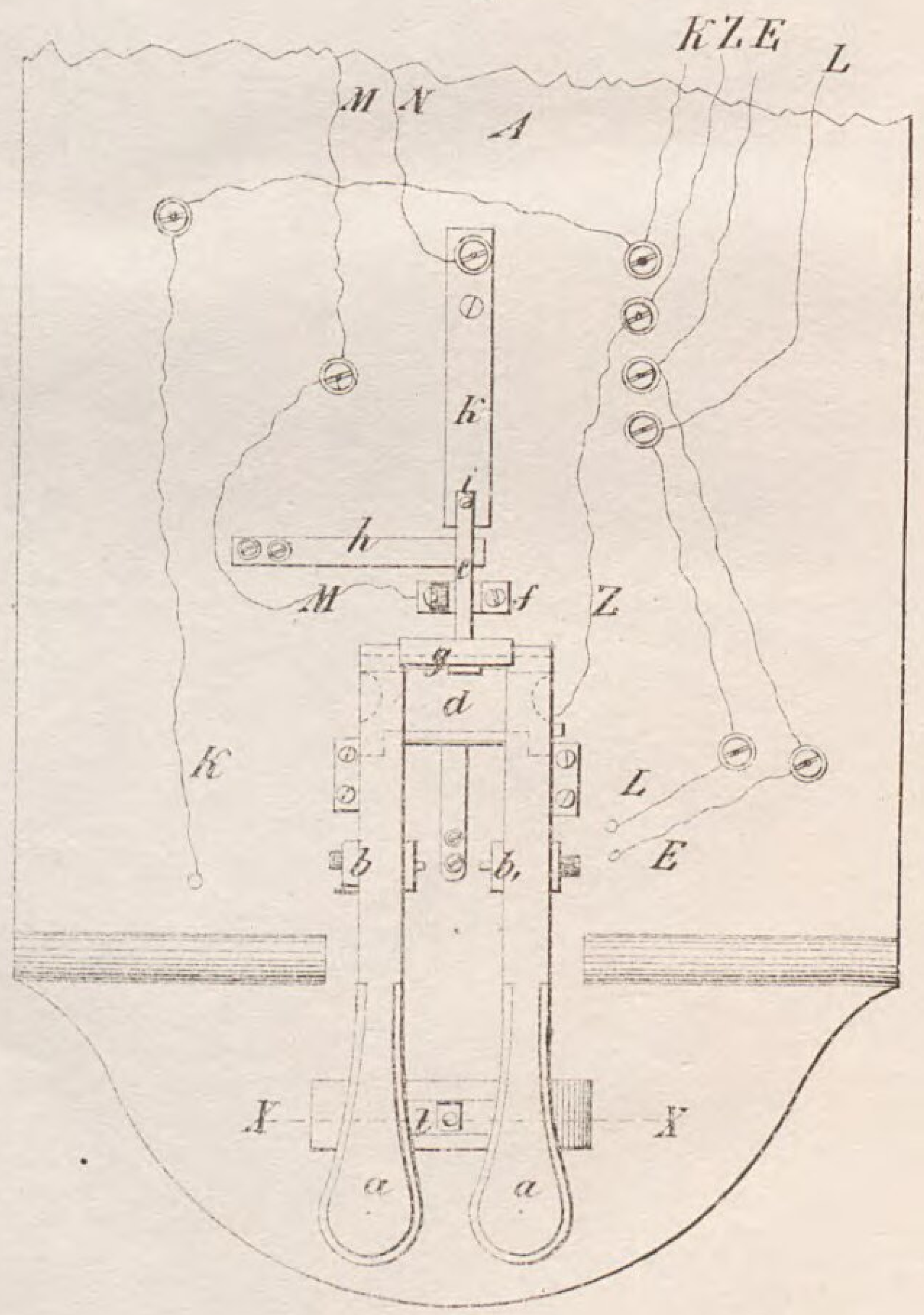


Fig. 109. a

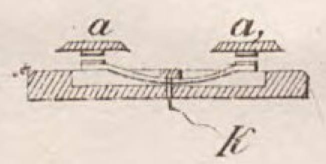
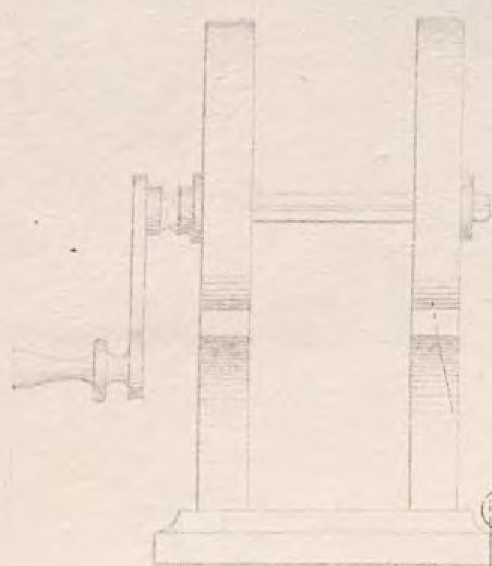


Fig. 109. b



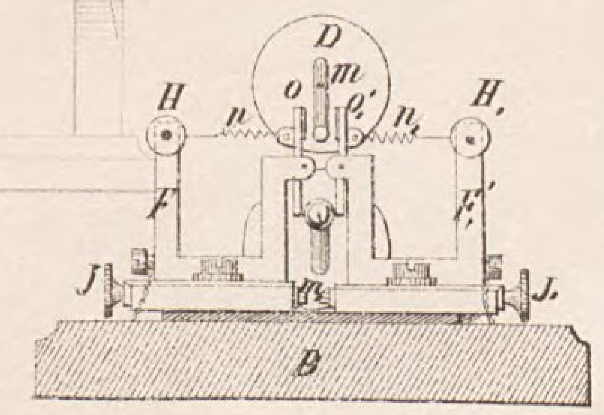


Fig. 111.

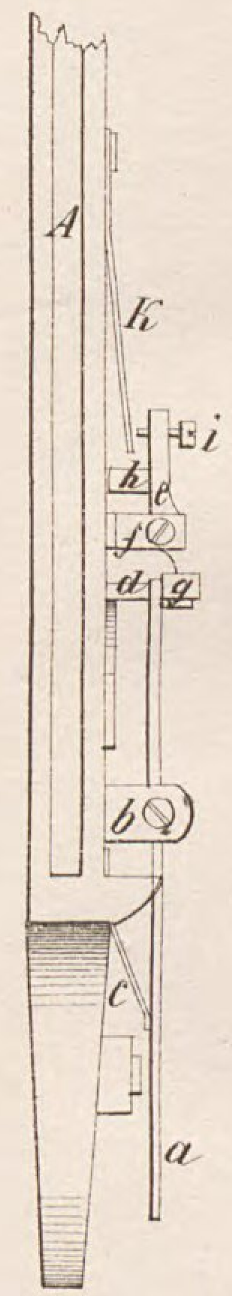


Fig. 110.

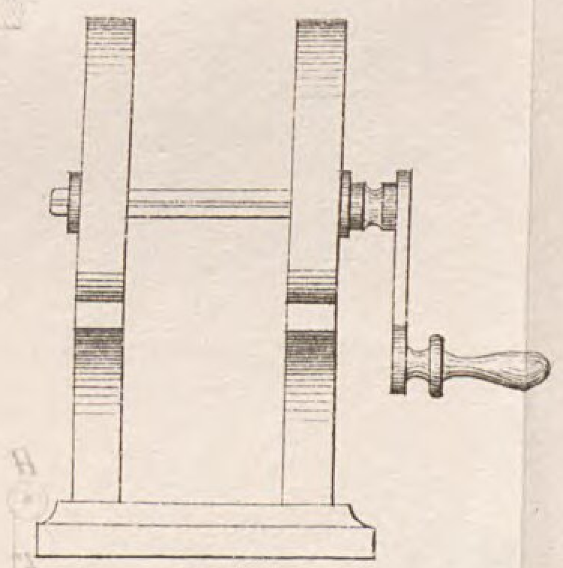


Fig. 112.



Fig. 115.



Fig. 116.

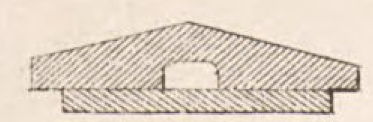


Fig. 117.

Fig. 113.

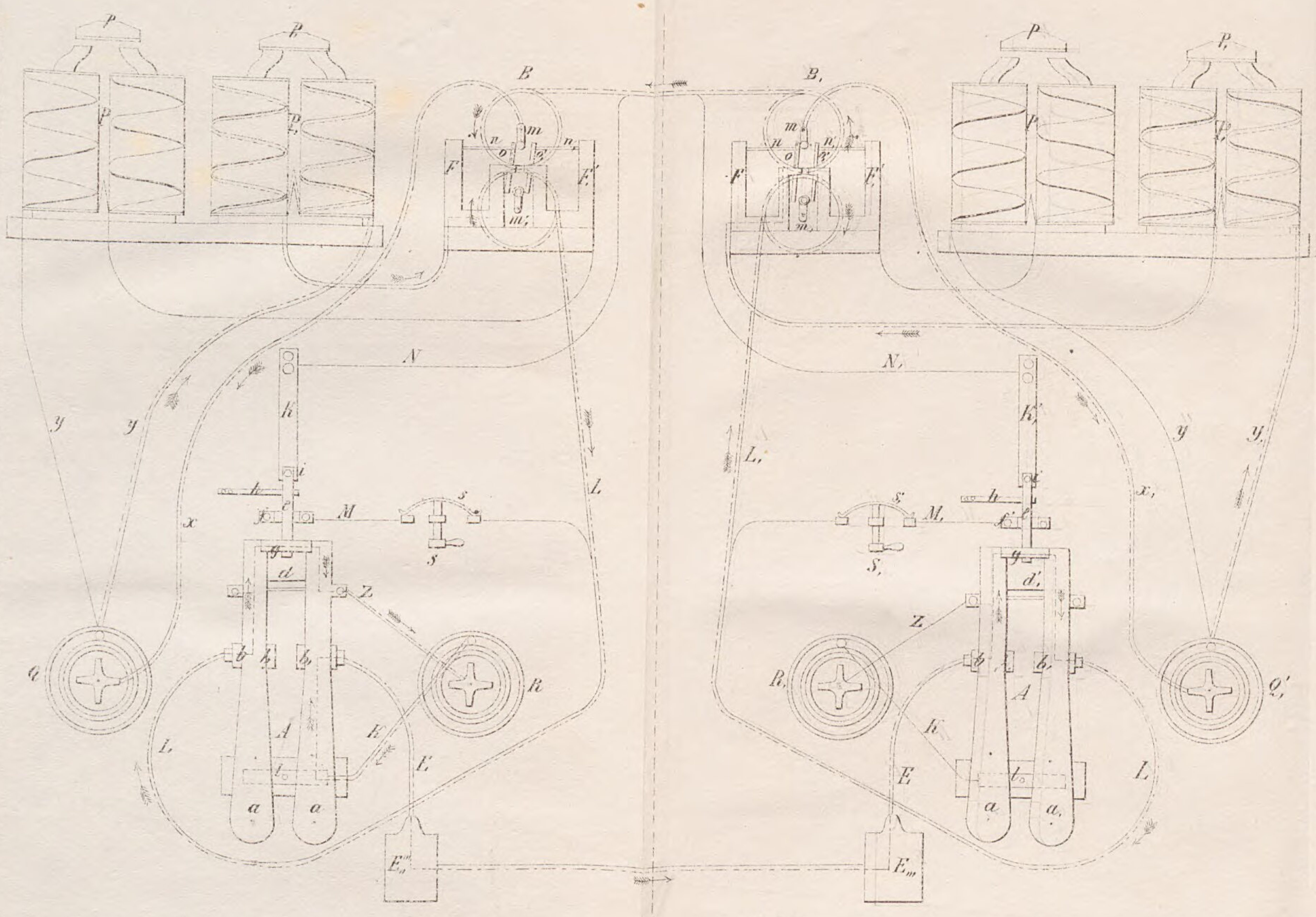
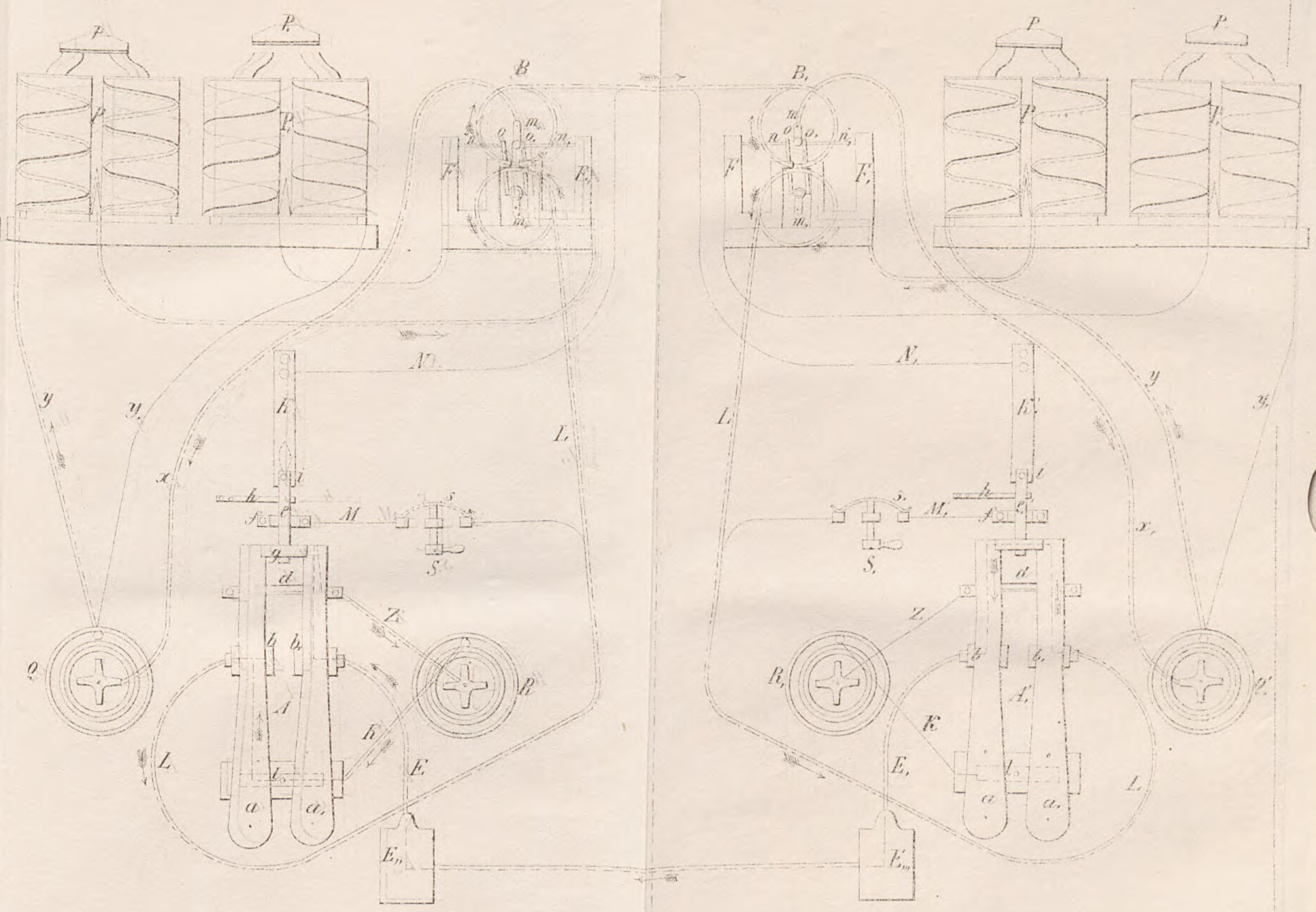


Fig. 114.



[illegible]